DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Siebenter Jahrgang. 24. Oktober 1919. Heft 43.

Die Abstammung der Hausrinder.

Von Dr. Otto Antonius, Wien.

I. Systematik der Rinder.

Die Gruppe der Rinder stellt einen verhältnismäßig jungen und hochspezialisierten Ast des Wiederkäuerstammes der Hohlhörner (*Cavicornia*) dar. Erst im Jungtertiär Eurasiens ist sie nachweisbar und hier noch durch primitive Formen von ganz antilopenartigem Habitus vertreten; andererseits treten in nur wenig jüngeren Schichten auch schon so hochspezialisierte Formen auf wie *Bison* und *Bos* im engsten Sinn. Den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichte sie wohl im älteren Quartär, als nahezu alle Rinderstämme Riesenformen zum Teil mit ganz ungeheuren Hörnern bildeten. Heute sind mehrere Stämme in wildem Zustand verschwunden; einer von diesen lebt aber im Hausrind fort.

Man kann die Gruppe der Bovinae in 3 Untergruppen teilen, von denen jede wieder in mehrere Formenkreise zerfällt, wobei es der Ansicht des einzelnen überlassen bleibt, welche von diesen er als Gattungen anerkennt oder nicht. Die erste dieser Untergruppen besteht aus der Gattung *Leptobos* und ihren engeren Verwandten, antilopenartigen tertiären Rindern, die in der Gegenwart nicht mehr vertreten sind[1]). Da sie zu den Hausrindern keine Beziehungen haben, interessieren sie uns hier nicht weiter. — In ihren ursprünglichsten Vertretern ebenfalls primitiv, in anderen bereits hochspezialisiert ist die Gruppe der Büffel (*Bubalina*); zu ihr gehört der Zwergbüffel von Celebes, *Anoa depressicornis*, ferner die indischen Büffel, die im Quartär viel weiter nach Westen — bis ins Atlasgebiet — verbreitet waren und noch in frühhistorischer Zeit im Zweistromland nachweisbar sind. Von solchen indischen Wildbüffeln stammen die zahmen Büffel Südasiens, Südosteuropas und Nordafrikas. Eine andere Büffelgruppe bewohnt heute Afrika südlich der Sahara, kam aber noch in frühhistorischer Zeit im ganzen Stromgebiet des Nils vor, also auch in Unterägypten. Ihre höchste Ausbildung erreichte sie in dem quartären *Bubalus Baini* des Kaplands, einem gewaltigen Büffel mit ungeheuren Hörnern; die primitivsten Formen aber leben noch heute: es sind die verschiedenen örtlichen Rassen der Rotbüffel, die das afrikanische Waldgebiet in seiner ganzen Ausdehnung bewohnen. — Der Leptobos-Gruppe (*Leptobovina*) und den Büffelartigen (*Bubalina*) stehen die übrigen Rinder als dritte geschlossene Gruppe gegenüber, die ich unter dem Namen *Taurina* zusammenfasse. Diese Gruppe zerfällt wieder in 4 Formenkreise, von denen die Gattung oder Untergattung *Bibos* den Büffeln in mancher Beziehung nahe, in anderer freilich wieder recht fernsteht. Sie umfaßt zwei lebende Wildformen, die beide auch Hausrinder geliefert haben: den Gaur (*Bibos gaurus*) mit der als Gayal bekannten Domestikationsform und den Banteng (*Bibos banteng*), die Stammform der zahmen Balirinder. Zur zweiten Gattung, *Bison*, gehören die europäischen und amerikanischen Wisente, die in absehbarer Zeit gänzlich verschwunden sein werden, wenn nicht die Domestikationsversuche mit letzterer Art in zwölfter Stunde noch Erfolg haben und wenigstens die amerikanische Form vor dem vollständigen Erlöschen retten, das der europäischen unfehlbar und unmittelbar bevorsteht. Im Quartär bildete auch diese Gattung riesenhörnige Formen, namentlich in Amerika. Die dritte Gattung oder Untergattung wird allein vom tibetanischen Yak (*Poëphagus gruniens*) vertreten, der im wilden und zahmen Zustand bekannt ist. Die vierte und letzte Gattung schließlich (*Bos* im engsten Sinne) wird vom Hausrind und seinen ausgestorbenen Ahnen gebildet. Es ergibt sich also folgende Dreiteilung der Rinder:

1. *Leptobovina: Leptobos, Amphibos* usw. (alle ausgestorben);
2. *Bubalina: Anoa*, indischer und afrikanischer Formenkreis von *Bubalus*;
3. *Taurina: Bibos, Bison, Poephagus* und *Bos s. str.*

II. Hausbüffel, Balirind, Gayal und Yak.

Es empfiehlt sich, vor dem Eingehen in die schwer zu übersehenden Abstammungsverhältnisse des Hausrinds die übrigen domestizierten Rinder zu betrachten, weil sie, deren Zähmung wohl durchaus viel späteren Zeiten angehört als jene des Hausrinds, eben deshalb sich weniger weit von den noch lebenden Stammformen entfernt haben, während die wilden Ahnen des Hausrinds

[1]) Daß die *Leptobos*-artigen Wiederkäuer echte Rinder waren, wenn auch recht primitive, hat der klassische Haustierpaläontolog *L. Rutimeyer* (1) überzeugend nachgewiesen. Wenn *U. Duerst* (2) sie von den Rindern abtrennen möchte, weil die Weibchen hornlos waren, so sei hier nur daran erinnert, daß wir auch in einer anderen Hohlhörner-Gruppe (*Tragelaphinae*) bei nächstverwandten Formen gehörnte und ungehörnte Weibchen antreffen: in dieser Gruppe sind Elen- und Bongo-Antilope in beiden Geschlechtern, die übrigen Arten nur im männlichen Geschlecht gehörnt.

ausgestorben, ihre Nachkommen durch künstliche Zuchtwahl und Kreuzung aber zum Teil so stark verändert sind, daß es oft schwer ist, sich von der wilden Stammform ein richtiges Bild zu machen. — Der *Hausbüffel* stammt zweifellos von einer indischen Wildbüffelrasse, aber von welcher, das ist kaum festzustellen. Denn die Hausbüffel verwildern leicht und rasch, und zwischen solchen Nachkommen entlaufener zahmer Büffel und echten wilden ist kaum sicher zu unterscheiden. Vielleicht kommt es daher, daß die zahmen Büffel einer Gegend mit den im gleichen Gebiet vorkommenden „wilden" Rassen so auffallend übereinstimmen: der zahme Büffel Ceylons gleicht ganz dem wilden der gleichen Insel, ebenso wie der Hausbüffel Assams und jener der Sundainseln den entsprechenden Wildformen ihrer Heimat gleichen. Erst fern von der Heimat erscheinen die Hausbüffel mehr verändert, aber im ganzen beschränken sich die Domestikationsmerkmale bei diesem Rind auf bedeutendere oder geringere Größe — je nach günstigeren oder ungünstigeren Lebensbedingungen[2]) — stärker oder schwächer entwickeltes Gehörn, das wohl immer hinter der entsprechenden Wildform zurückbleibt, mitunter abweichend gebogen ist oder sogar ganz fehlt und schließlich auf die größere Variabilität der Farbe, die alle Tönungen von tiefem Schwarz bis zu albinistischem Weiß durchlaufen kann. Über Schädeluntersuchungen ist mir nichts bekannt; sie wären wohl infolge der Unmöglichkeit, Schädel sicher wilder Büffel zu bekommen, äußerst schwierig durchzuführen.

Anders liegen die Verhältnisse bei der zweiten domestizierten indischen Rinderform, dem Balirind bzw. *Banteng*. Dieser ist als zweifellose Wildform bekannt und man kennt auch einige geographische Rassen. Die typische Rasse bewohnt Java, eine sehr nahestehende, aber im Gehörn etwas abweichende Borneo, eine dritte und vierte verschiedene Gegenden des festländischen Hinterindien. Die Beziehungen zwischen dem wilden Banteng und dem von ihm abstammenden Balirind haben in neuerer Zeit durch *H. Gans* (3) eine vortreffliche Bearbeitung gefunden. Die Unterschiede beider Formen liegen in der geringeren Größe der zahmen, einer Verkürzung des Schädels und abweichender Biegung des Gehörns bei letzterer, das viel weniger stark gebogen ist und nur einen sehr offenen Bogen beschreibt. In der Farbe ist zwischen dem zahmen Balibanteng und dem wilden von Java weniger Unterschied als zwischen letzterem und den wilden Lokalrassen vom hinterindischen Festland. Mit dem Hausrind — und zwar sowohl dem europäischen wie auch den indischen Zebus — besteht nur eine beschränkte Fruchtbarkeit. Schon deshalb könnte nicht die Rede davon sein, daß der Banteng der wilde Ahne der Zebus ist, wie *C. Keller* (4) meinte. Die männlichen Bastarde scheinen in der Regel unfruchtbar zu sein, die weiblichen aber bei Anpaarung an eine der Stammrassen oder eine dritte Rinderart wohl meist fruchtbar. So ist es immerhin möglich, daß Bantengblut in einigen hinterindischen Hausrindrassen vorhanden ist; die von *B. Vryburg* (5) beigebrachten Photographien von Hausrindern von Madura, zum Teil auch jene von Java, machen die Annahme sogar sehr wahrscheinlich.

Wie das zahme Balirind zum wilden Banteng, so verhält sich auch nach *Gans'* klaren Ausführungen der sogenannte *Gayal* (*Bibos frontalis* Lamb.) zum wilden Gaur (*Bibos gaurus* Ev.). Auch *M. Hilzheimer* (6) vertritt die Ansicht, daß der Gayal nur als Domestikationsform des Gaur anzusehen sei, so daß die lange erörterte Frage nach der Artselbständigkeit von Gaur und Gayal nun wohl als im verneinenden Sinne erledigt angesehen werden kann. Die Unterschiede sind die gleichen wie zwischen Balirind und wildem Banteng: die domestizierte Form ist kleiner, die Hörner kürzer und gerader, der Schädel kürzer, die bei den meisten — aber keineswegs allen — Gaurschädeln stark konkave Stirnfläche ist beim Gayal meist flach, die obere Begrenzung der Stirn beim Gaur mehr oder minder konvex, beim Gayal gerade. Es gibt aber Gaurschädel, die sich bis auf die bedeutendere Größe und die gekrümmten Hörner von Gayalschädeln kaum unterscheiden. Der wilde Gaur bewohnt nicht nur Vorderindien, sondern auch einen großen Teil des hinterindischen Festlandes, von wo auch eine sehr gayalähnliche Lokalrasse beschrieben ist (*B. gaurus hubbacki* Lyd.). Der zahme Gayal scheint in seiner Verbreitung auf die die Bai von Bengalen nördlich und östlich begrenzenden Gebirgsländer beschränkt und auch hier nur inselartig verbreitet zu sein. Der wilde Gaur erzeugt bei Kreuzung mit Hausrindern Bastarde, die im weiblichen Geschlecht fruchtbar zu sein scheinen, im männlichen wohl nur ausnahmsweise. Das gleiche gilt für den Gayal, den man auch mit dem Hausbüffel gekreuzt hat.

Ähnliche Unterschiede wie zwischen Gayal und Gaur, Balirind und Banteng bestehen nach den Untersuchungen von *W. Leche* (7) auch zwischen zahmem und wildem *Yak*. Der wilde Yak ist ein mächtiges, braunschwarzes Wildrind mit langem Schädel, der gewissermaßen in der Mitte steht zwischen den Schädeln von *Bibos*, *Bison* und *Bos*, und langem, stark gebogenem Gehörn, das auffallend an jenes des quartären Urstiers *Bos primigenius* erinnert. Der zahme Yak ist viel kleiner, sein Schädel kürzer, namentlich im Schnauzenteil, wodurch wie beim Gayal die Stirn breiter erscheint als bei der Wildform; das Gehörn zeigt nur selten den gleichen Verlauf wie bei letzterer, meist ist es viel gerader, in der Regel in einfachem Bogen seitwärts und aufwärts gerichtet, oft fehlt es ganz. Die Farbe gleicht sehr oft der als „Rückenschecken" bekannten Hausrindzeichnung, es gibt aber auch ganz

[2]) Ausgesprochene Zwergbüffel traf ich nur in Albanien, eine sehr große Rasse in Ägypten.

schwarze, blaugraue, braune und weiße Yaks. Die Heimat des wilden Yaks ist das tibetanische Hochland, die zahme Form geht nach Westen, Osten und Norden etwas über dieses hinaus. Männliche Bastarde von Yak und Hausrind erwiesen sich ausnahmslos als unfruchtbar, weibliche sind in der Regel unbeschränkt fruchtbar.

Zusammenfassend sei also über die allgemeinen Unterschiede zwischen den Wildrindern und ihren gezähmten Nachkommen wiederholt, daß die Nachkommen regelmäßig kleiner sind und kürzere Hörner besitzen, die in der Form mehr variieren, meist aber einfacher gebogen sind, manchmal auch ganz fehlen. Die Farbe ändert ebenfalls mehr ab, der Schädel ist regelmäßig kürzer, insbesondere im Schnauzenteil.

III. Wildformen der Gattung Bos im engsten Sinne.

Die bekannteste wilde Art der echten Rinder ist der weitverbreitete und außerordentlich vielgestaltige *Ur* (*Bos primigenius* Bojanus). Er ist zuerst — und zwar gleich in einer riesenhörnigen Form — im jüngsten Pliozän Indiens nachweisbar (*Bos planifrons* Falc.) und hat sich dort bis ins Quartär gehalten (*Bos namadicus* Falc.). In Vorderasien ist er osteologisch bisher nicht sicher nachgewiesen, aber literarische Quellen und bildliche Darstellungen lassen keinen Zweifel, daß er noch in historischer Zeit in den Bergen Kleinasiens und Syriens vorkam. Er ist der *rimu* der Assyrer, der *reem* der Bibel — das „Einhorn" der Lutherschen Übersetzung. Die Sumerer kannten ihn ebenso gut wie die Hethiter Kleinasiens, und die Hofkünstler Assurnasirpals haben uns lebendige Szenen von Jagden dieses Königs auf das gewaltige Wild hinterlassen. — Ein zweites Verbreitungsgebiet echter Ure war Nordafrika. In Ägypten, von wo *M. Hilzheimer* (8) einen Rest beschrieben hat, scheint er allerdings das Jahr 1000 v. Chr. nicht erreicht zu haben, aber im Lande der Garamanten, das etwa dem heutigen Fezzan entspricht, kam er noch zur Zeit Herodots vor und die gleiche Lokalrasse (*Bos opisthonomus* Pomel) ist auch aus dem Jungquartär Algeriens bekannt. — Im Plistozän Europas gehört der Ur meist einer Faunengesellschaft an, die für die wärmeren Zwischeneiszeiten charakteristisch ist: *Elephas antiquus, Rhinoceros merckii,* Edelhirsch und die großen Waldpferde sind meist seine Begleiter. Daß er aber auch in kälteren Steppenzeiten vorkam, beweisen künstlerische Darstellungen des Jungpaläolithikers von Combarelles. Wohl aus allen Ländern Europas sind auch Knochenreste des Urs bekannt geworden, die besonders in der Größe und Hornentwicklung oft stark voneinander abweichen, eine zusammenfassende Bearbeitung aber bisher nicht gefunden haben. Nur aus Italien hat *H. v. Meyer* (9) schon im Jahre 1835 eine Lokalform als *Bos trochoceros* beschrieben, die sich durch geringfügige Abweichungen der Stirn, vor allem durch die stark gesenkten Hörner unterschied, die ebenso verlaufen wie bei dem schon erwähnten nordafrikanischen *Bos opisthonomus.* Eine mächtig gehörnte Form, ebenfalls aus Italien, ist von *H. Pohlig* (10) als *Bos primigenius Italiae,* eine kleinere mit mehr aufrechtem Gehörn als *Bos pr. Siciliae* abgetrennt worden. In Mittel- und Osteuropa hat sich der Ur bis in die Neuzeit gehalten, so daß wir auch über sein Äußeres gut unterrichtet sind. Allen Nachrichten zufolge war es ein mächtiges Rind, dessen Durchschnittsgröße nur von den allergrößten modernen Rindern gelegentlich erreicht wird. Die Ähnlichkeit mit dem Hausrind wird von allen hervorgehoben, die das Tier noch lebend kannten. Wie bei jenem war das Haar kurz und verhältnismäßig glatt, der Widerrist nicht besonders erhöht. Die Farbe wird von fast allen Beobachtern als schwarz geschildert, mit einem weißen „Aalstrich" am Rücken. Es war tiefes Schwarz aber wohl nur die Farbe alter Stiere und höchstens bei gewissen Lokalrassen auch die der Kühe. Im allgemeinen wird man sich letztere als rötlich- bis schwarzbraun vorzustellen haben, und rotbraun waren wohl auch die Kälber, wie fast bei allen schwarzen Wildrindern. Das Haar an der Stirne war länger, kraus und graulichweiß. Ob neben dieser häufigsten Farbe nicht auch in Europa rotbraune oder graufahle Lokalrassen anzunehmen sind, läßt sich nicht mehr feststellen, ist aber leicht möglich. Für den ägyptischen Ur hat *Hilzheimer*(11) nach Denkmaldarstellungen eine braune Farbe mit lichtem „Sattel" nachgewiesen, wie sie ähnlich auch beim „Braunvieh" oft auftritt. Die Schädelform des Urs glich am meisten der der spanischen Kampfrinder und der großhörnigen Steppenrinder der Gegenwart; wie bei diesen war die Stirn annähernd quadratisch, flach, mit wenig hervortretenden, aber großen Augenhöhlen, der Schnauzenteil lang und etwas geramst. Das Gehörn war lang und in weitem Bogen zuerst nach außen und oben, dann nach vorne gerichtet, bei der italienischen und nordafrikanischen Rasse, wie schon erwähnt, mehr nach vorne und unten — etwa in der Art der englischen „Longhorns" der Gegenwart.

Auf die Ausrottungsgeschichte der letzten Ure, über die wir ziemlich genau unterrichtet sind, kann hier nicht ausführlich eingegangen werden[3]). Sicher kam er noch Anfang des 15. Jahrhunderts in den an Preußen grenzenden Teilen von Littauen vor, 200 Jahre später noch in Polen, und zwar in einem großen „Jaktorowka" genannten Wald, etwa 55 km westsüdwestlich von Warschau. Dieser Wald spielte für den Ur als letztes Refugium etwa die gleiche Rolle wie heute der Wald von Bialowies für den Wisent. Im Jahre 1564 lebten in der Jaktorowka noch 38 Ure, und zwar 8 alte, 3 junge Stiere, 22 Kühe und 5 Kälber, im Jahre 1599 waren es nur mehr 24 Stück, und im Jahre 1604 war ihre

[3]) Der Leser sei hierfür besonders auf *A. Mertens* (12) verwiesen.

Zahl bereits auf 4 gesunken; im Jahre 1620 lebte nur mehr eine Kuh, die 1627 — wahrscheinlich als letzte ihres Geschlechtes — einging. Nur in dem Wildpark von Zamosc könnten damals noch Ure gelebt haben; 1610 waren sie dort scheinbar noch vorhanden, aber Genaueres über ihre Zahl und ihr allmähliches Verschwinden ist aus diesem Walde nicht bekannt. Lange haben sie die Ure der Jaktorowka jedenfalls nicht überlebt.

Neben diesem großen Ur scheint nun im Quartär Europas da und dort ein kleineres echtes Rind vorgekommen zu sein, dessen Wildnatur man mit Unrecht angezweifelt hat. Schon *R. Owen* (13) hat solche kleine Rinderreste aus angeblich pliozänen und quartären Bildungen Großbritanniens beschrieben und *Bos brachyceros*, später *Bos longifrons* benannt. Aus altquartären Schichten von Heiligenstadt bei Wien wurden ebenfalls spärliche Reste eines kleinen Rindes bekannt und später hat *H. Pohlig* (10) einen Schädel aus dem jüngsten Pliozän oder ältesten Quartär von Italien beschrieben, für den er den Namen *Bos brachyceroides*, später *Bos mastodontis* vorschlug, und der sich im geologischen Universitätsinstitute in Wien befindet. *L. Adametz* (14) hat uns mit dem Schädel einer kleinen Wildrindart aus Galizien bekannt gemacht, die mehr an den echten Ur erinnert als die bisher erwähnten, aber doch noch engere Beziehungen zum späteren zahmen „Torfrind" — wie unten gezeigt wird, das älteste Hausrind — besitzt und von ihm als *Bos (brachyceros) europaeus* bezeichnet wurde. Schließlich hat *K. v. d. Malsburg* (15) nachgewiesen, daß im Gebiete des Niederrheins der große Ur eine richtige Zwergrasse, die ihm zwar in allen wesentlichen Zügen ähnlich, aber viel kleiner war, gebildet hat. Dieser kleine Ur der Nordseeküste erhielt von ihm den Namen *Bos urus minutus*. — Das Verhältnis dieser untereinander wieder verschiedenen kleinen Quartärrinder zum großen Ur wird man sich offenbar ähnlich vorzustellen haben wie in der Gegenwart jenes zwischen den kleinen sogenannten Rotbüffeln und dem großen Kafferbüffel. *M. Hilzheimer* (6) hat die Zusammenhänge aller dieser afrikanischen Wildbüffel klar dargestellt, so daß ich hier auf seine Ausführungen verweisen kann. Hier wie dort sind beide Endformen nicht scharf getrennt, sondern durch mancherlei Übergangsformen verbunden, die unter sich wieder verschiedene Spezialisationskreuzungen aufweisen. Die einzige Schwierigkeit bei diesem Vergleich bildet die Tatsache, daß in der Gegenwart eine deutliche, wenn auch keineswegs scharfe geographische Scheidung zwischen beiden Büffeltypen besteht, während die kleinen Quartärrinder überall innerhalb des Verbreitungsgebiets der großen Art auftreten. Eine Klimaschwankung im heutigen Afrika würde aber zweifellos auch Verschiebungen in der Verbreitung der afrikanischen Büffel hervorrufen. Solche Klimaschwankungen nun waren bekanntlich in der „Eiszeit" nichts Seltenes in Europa, und wenn man bedenkt, daß jede von ihnen die Verbreitung der beiden verwandten Typen geändert hat, daß ferner die langen Zwischeneiszeiten überall ausreichten, um neue geographische Rassen zu bilden, so wird die eigentümlich zerrissene geographische Verbreitung der kleinen Rinder nicht weiter merkwürdig erscheinen. Man müßte sich nur vorstellen, wie sehr ein im Laufe einer halben Jahrmillion viermal wiederholter Vorstoß des afrikanischen Urwalds über die ihn heute umgebenden Steppenländer das Bild der „geographischen Geschichte" der afrikanischen Wildbüffel verwirren würde, und wie schwer man klar sehen könnte, wenn man von beiden Typen dann nur mehr oder minder spärliche und unvollständige Reste zur Verfügung hätte.

Auch in der Gruppe der Wisente muß im Quartär Europas neben der großgehörnten, *Bison priscus* genannten, ausgestorbenen Art eine kleinere und kürzer gehörnte gelebt haben, weil unser lebender europäischer Wisent in mancher Beziehung primitiver ist als die oben genannte Art, also nicht von ihr abgeleitet werden kann. Gleichwohl sind Reste, die man zu der problematischen Ahnenform des lebenden Wisents in Beziehung bringen könnte, fast unbekannt. Und wären die europäischen Wisente nun insgesamt ausgestorben, so würden die Forscher bei der Bearbeitung ihrer Reste höchstwahrscheinlich zu einem Ergebnis kommen, das ganz jenem entspräche, wie wir es im Falle des Urs und seiner kleinen Verwandten tatsächlich vor uns haben: daß neben der weit verbreiteten großhörnigen Art in einigen Teilen ihres Verbreitungsgebietes auch eine kleinere kürzer gehörnte aufgetreten sein dürfte! — So fehlt es also in der lebenden Fauna nicht an vergleichbaren Fällen, die uns das Nebeneinandervorkommen zweier echter und nahe verwandter Wildrinder, von denen jedes wieder in verschiedene Rassen zerfiel, durchaus glaublich erscheinen lassen.

IV. Die ältesten Hausrinder und ihre Herkunft.

In Europa treten die ersten Hausrinder mit dem entwickelten Vollneolithikum auf, und zwar in einer Form, die (von *L. Rutimeyer* als *Bos taurus brachyceros* bezeichnet) sich so eng an die zuletzt erwähnten kleinen Quartärrinder anschließt, daß man meist alle diese kleinen echten Rinderreste auf Haustiere bezogen hat, weil man sich nicht vorstellen konnte, daß neben dem großen Ur auch noch ein kleines Wildrind vorkam. Berühmt durch ihren Reichtum an solchen „Torfrindern" sind die Pfahlbauten der Alpenseen, aber nicht nur sie haben uns solche Reste erhalten, sondern auch sehr viele andere neolithische und jüngere prähistorische Fundplätze Europas. In ihrer primitivsten Form haben sich solche Typen in Europa wohl in Albanien erhalten, wie *L. Adametz* (17) nachgewiesen hat, aber auch andere

Schläge, wie die galizischen „Majdaner", das polnische Rotvieh, das diesem nahestehende Anglerrind Norddeutschlands, manche französische und englische Rassen, vor allem aber das primitive „Braunvieh" der Alpen gehen in der Hauptsache auf das kleine Torfrind zurück. Merkwürdigerweise haben nur wenige Forscher die europäische Herkunft dieser Rasse vertreten, eben weil die meisten den Wildcharakter der kleinen quartären Reste bezweifelten. Einige suchten den Ursprung in Asien, so vor allem *C. Keller* (4), der, wie erwähnt, das Braunvieh über den Zebu vom Banteng ableiten wollte — eine heute gänzlich unhaltbare Ansicht! Der Banteng ist nicht nur im Schädelbau vom Braunvieh wie auch von den meisten Zeburindern gänzlich verschieden, auch seine gezähmten Nachkommen — die oben erwähnten Balirinder — sehen ganz anders aus; zudem ist er mit dem Hausrind nur beschränkt fruchtbar. Schließlich fehlen auch Nachweise von uralten Kultureinflüssen so weit südöstlichen Ursprungs, wie sie die Übermittelung eines Haustieres in so früher Zeit voraussetzen würde, und andererseits scheint der Banteng niemals weiter nach Westen verbreitet gewesen zu sein. Ist diese Meinung also durchaus unhaltbar, so muß eine zweite um so mehr gewürdigt werden. Ihr Hauptvertreter war *A. Nehring* (18), dem die Haustiergeschichte so wertvolle Förderung verdankt. *Nehring* glaubte in dem Torfrind nichts anderes als eine Kümmerform des Urs zu sehen, entstanden durch die ungünstigen Lebensbedingungen, denen die ersten zahmen Rinder ausgesetzt waren. Um die Berechtigung dieser Ansicht zu prüfen, ist es nötig, unzweifelhafte verkümmerte Nachkommen des Urs zu betrachten und ihre Unterschiede gegenüber diesem festzustellen. Ich habe während eines achtmonatigen Aufenthalts in Kleinasien, Syrien und Palästina viel Gelegenheit gehabt, solche verkümmerte Primigenius-Abkömmlinge neben echten „Brachyceros"-Rindern zu sehen. Von letzteren sind sie auf den ersten Blick zu unterscheiden, wenn auch natürlich an den Verbreitungsgrenzen beider Typen durch Kreuzung entstandene Übergangsformen vorhanden sind. Reine Primigenius-Kümmerformen unterscheiden sich von den dem gleichen Formenkreis angehörigen Steppenrindern vor allem durch die viel geringere Größe, Verkürzung des ganzen Kopfs, insbesondere des Schnauzenteils, kürzeres und einfacher gebogenes Gehörn — kurz, wir finden genau die gleichen Unterschiede wie zwischen wildem und zahmem Yak, ohne aber irgendeine Annäherung an den echten Brachyceros-Typus der Torfkuh feststellen zu können. Eine solche ist nur bei zweifellosen Kreuzungsprodukten vorhanden, bei denen man dann so ziemlich alle Schädeltypen findet, die von den europäischen Hausrindern bekannt geworden sind. Ist also die Ableitung der „Torfkuh" vom Banteng nicht möglich, vom großen Ur mindestens äußerst unwahrscheinlich, so hindert durchaus nichts, sie von den kleinen Quartärrindern abzuleiten, sofern man nicht deren Existenz überhaupt leugnen wollte. Daß hierzu kein Grund besteht, wurde im vorigen Abschnitt zu zeigen versucht. Die Beziehungen zwischen den ältesten Hausrindern Europas und manchen der kleinen Wildrinder sind äußerst enge, und ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß sich unter den gewöhnlich auf Hausrinder bezogenen Resten auch solche der noch wild vorgekommenen Stammform befinden, die als Jagdbeute in die gleichen Abfallstätten kam, wie die Reste der geschlachteten Haustiere. — Dieses kleine Rind, von dessen Aussehen uns das lebende Albanerrind, das ostgalizische Vieh und manche der primitivsten Braunviehschläge einen Begriff geben, finden wir im Besitze der ältesten ansässigen Kulturvölker des nördlichen Europas und wahrscheinlich auch Nordasiens. Durch die so häufigen Abwanderungen nach Süden kam es offenbar schon in sehr früher Zeit auch in die alten Kulturländer am Mittelmeer. Ob es dort ebenso wie in Mitteleuropa das älteste Hausrind war, ist freilich noch festzustellen: noch wissen wir z. B. über die Hausrinder der Sumerer nichts. Und ohne Kenntnis der Haustiere dieser alten Kulturträger des Zweistromlandes sind alle Erwägungen zwecklos. Mit Bestimmtheit können wir das kleine kurzhörnige Torfrind als ältestes Hausrind der Indogermanen bezeichnen, und ihre Wanderscharen haben es von der Urzeit bis in die Zeit der Völkerwanderung stets mit sich geführt. So ist es nicht weiter merkwürdig, wenn wir es schon in mykenischer Zeit in Kreta antreffen, wenn die Philister und Teukrer, deren Ansturm das ägyptische „neue Reich" im 12. Jahrhundert v. Chr. erzittern ließ, auf zweirädrigen Karren dargestellt erscheinen, deren Bespannung kaum Zweifel an der Zugehörigkeit zu dieser Rasse zuläßt, wenn wir ferner die gleiche Rasse noch in zweifellos keltischen, germanischen und slawischen Siedlungen Mitteleuropas antreffen. Sicher war sie damals schon in verschiedene Schläge gespalten, die zum Teil auch schon mit den Abkömmlingen des großen Urs durchkreuzt gewesen sein mögen. — Unter ungünstigen Lebensbedingungen erwies sich die Rasse äußerst konstant und anpassungsfähig. Das ist wohl der Hauptgrund, daß wir ihre rezenten Nachkommen heute überall dort finden, wo Abkömmlinge des großen Urs nicht gedeihen wollen oder entarten.

Aber nicht allein das kleine Wildrind hat der Mensch in sehr früher Zeit domestiziert, sondern auch dessen großen Verwandten, den Ur. Wo zuerst, das können wir hier allerdings ebensowenig sagen, wie beim kleinen Rind. Es scheint aber doch, als ob sein Domestikationszentrum weiter im Süden und Südosten zu suchen wäre. Archäologische Untersuchungen liegen zu dieser Frage nur aus Europa vor und diese erweisen den Ur bei uns zu Lande als sehr spät domestiziert: überall in unseren prähistorischen Sied-

lungen begegnen wir seinen gezähmten Nachkommen erst lange nach dem Torfrind. Dagegen muß die Frage noch offen bleiben, ob auch in den östlichen Mittelmeerländern dem zahmen Ur eine dem Formenkreis des Torfrinds angehörige Rasse vorausging. Die ältesten Darstellungen aus dem Zweistromland — die allerdings lange nicht soweit zurückreichen, als wie man noch vor kurzem annahm — zeigen ein urartiges Rind und sind noch besonders dadurch interessant, daß sie den Fang solcher Rinder darstellen. In Ägypten tritt der zahme Ur sicher schon in der prähistorischen Negadazeit auf; also um etwa 4000 v. Chr. Als Beweis dient die berühmte Schieferplatte im Museum von Gizeh, die in dreireihiger Darstellung das Rind — in einer dem Ur recht nahestehenden Form —, den Esel und das altägyptische Hausschaf darstellt. Wenn *C. Keller* dieses Rind als „bantengähnlich" bezeichnet, so ist demgegenüber festzustellen, daß die Darstellung so wenig bantengähnliche Züge zeigt wie nur möglich! Es ist also anzunehmen, daß der Ur zuerst in der Gegend des östlichen Mittelmeers domestiziert wurde, ob aber auf afrikanischem oder asiatischem oder südeuropäischem Boden, das wissen wir heute noch nicht. In alter Zeit war namentlich Ägypten ein Stammland urähnlicher Hausrinder, während in frühhistorischer Zeit Südwestasiens ein kurzhörniges, dem Typus der Torfkuh ähnliches Rind vorgeherrscht zu haben scheint, das vielleicht durch nordische Einwanderer in die Gegend gekommen war und den weniger widerstandsfähigen Ur mehr oder minder verdrängte und aufsog. Die altägyptische Langhornrasse ist in ihren reinsten Vertretern ein echter Urabkömmling gewesen, und da ihr der heilige Apisstier entnommen wurde, so hat das Urrind keine geringe Rolle im Kultus der Altägypter gespielt. Es scheint mir auch, als ob die geheimnisvollen Abzeichen des Apisstiers, von denen Herodot berichtet, im wesentlichen nichts anderes ausdrücken als die Färbungscharaktere des wilden Urs. So entspricht der weiße Stirnfleck des Apis der grauweißen Stelle an der Stirn, wie wir sie beim Gaur und Gayal finden und auch beim Ur anzunehmen haben, während das Bild des Geiers mit ausgebreiteten Schwingen, das den Rücken des Apis bedeckte, sich ohne weiteres mit dem von *M. Hilzheimer* beim ägyptischen Ur nachgewiesenen hellen Sattel in Beziehung bringen läßt. — Eine ähnlich große Rolle wie bei den Ägyptern spielte der Ur bzw. seine gezähmten Nachkommen auch im Kultus der minoischen Bevölkerung Kretas. Hier scheinen Beziehungen zum Sonnenkult vorhanden zu sein, und vielleicht waren es gerade Feste, die mit diesem Sonnenkult zusammenhingen, bei denen große Stierkämpfe aufgeführt wurden. So zeigt ein Stier-Rhyton, das sehr gut auf den echten Ur bezogen werden kann, auf der Stirn das Symbol der Sonnenscheibe. Daß es aber nicht ausschließlich wilde Ure waren, die im Kultus eine so große Rolle spielten, beweist ein Wandbild im Museum von Kandia, das einen springenden Stier mit echtem Urgehörn, aber rotscheckiger Farbe darstellt. Am berühmtesten von allen diesen minoischen Darstellungen sind wohl die beiden Goldbecher von Vaphio; sie zeigen ebenfalls ganz primigeniusartige Rinder, aber wohl kaum wilde Ure, stammen auch aus einer Zeit, in der der Ur längst domestiziert war und höchstens noch zu Kultzwecken in reiner Form gehalten wurde. Vielleicht ist eine ähnliche halbwilde Zucht anzunehmen, wie wir sie heute noch bei den spanischen Kampfrindern antreffen, die ja auch in Schädelbau und Gehörn den reinsten Urtypus vertreten.

In besonders enger Beziehung stehen mehr oder minder reinblütige Urabkömmlinge heute noch zu der großen Völkerfamilie der Hamiten. Deutlich sehen wir urähnliche Hausrinder im Besitz nicht nur der hamitischen Altägypter, sondern auch ihrer libyschen Verwandten und Feinde, und heute finden wir das reinste Urblut gerade bei jenen afrikanischen Völkern, die auch ihrerseits den Hamitentypus am reinsten zeigen: ich erinnere an die Watussi und Wahima des ostafrikanischen Seengebiets, die zwar die Sprache der unterworfenen Negervölker angenommen haben, somatisch aber reine Hamiten sind. Aber auch Negervölker, soweit sie von den Hamiten beeinflußt sind, haben die Zucht dieser Primigenius-Rinder übernommen, so z. B. die Bantuvölker der Herero und Betschuanen, die Schilluk und Dinka am weißen Nil. Ob das Urrind mit diesen vielleicht schon in alter Zeit von den Hamiten kulturell beeinflußten Negern bis ins äußerste Südafrika vorgedrungen ist, oder ob es erst durch die hamitischen Ahnen der Hottentotten, die später somatisch fast ganz in der buschmannartigen Urbevölkerung aufgegangen sind, dorthin kam, ist nicht mehr festzustellen. Kulturhistorisch für uns wichtiger als diese Ausbreitung nach Süden ist jene nach Westen. Wir wissen, daß hamitisch-lybische Völkerwellen bis in den Westsudan vorgedrungen sind, und wir finden dementsprechend auch dort ein Rind, das sich deutlich als Urabkömmling erweist. Aber auch die iberisch-baskische Bevölkerung Spaniens ist wenigstens somatisch eng mit der libyschen Nordafrikas verwandt, ja sogar sprachliche Verwandtschaft beider Völker wird von manchen Forschern angenommen. Und es scheint, als ob diese alte Völkerwelle nicht nur bis zu den Alpen nach Mitteleuropa vorgedrungen sei, sondern auch sich im Nordwesten bis England erstreckt habe. Tatsache ist jedenfalls, daß ein urähnliches Hausrind bei der ligurischen Bevölkerung der Seealpen existiert hat, und daß ein solches noch heute in Spanien auftritt — die bekannte Rasse der Kampfstiere. Nahezu identisch mit diesem spanischen Rind, eigentlich nur durch Höherzüchtung auf Nutzleistung etwas verändert, sind manche Rinderrassen Großbritan-

niens, wie die wertvollen Studien, die an der Wiener Hochschule für Bodenkultur angestellt wurden, beweisen. Sowohl die englischen wie die spanischen Primigenius-Rinder wurden als „brachycephaler", vom Primigenius verschiedener Stamm angesehen; aber die eben erwähnten Untersuchungen *Ulmanskys* (19), *Saborskys* (20) und *Weisheits* (21) haben ergeben, daß es ebenso echte Urabkömmlinge sind, wie die osteuropäischen Steppenrinder[4]). In den prähistorischen Siedlungen Mittel- und Nordeuropas tritt das vom Ur abstammende Hausrind, wie erwähnt, erst spät und lange nach dem Torfrind auf — offenbar zuerst als fremder Import. Ob dann auch der im Lande noch vorhandene wilde Ur selbst domestiziert wurde, kann nicht mehr festgestellt werden. Wenn ja, dann wohl nur in der Weise, daß man ihn gelegentlich zur Kreuzung mit den halbwild im Walde weidenden Hausrindern benutzte. Wo aber das eingeführte oder mit neuen Einwanderern ins Land gekommene Hausrind von Urabstammung, die Primigeniusrasse, mit dem älteren Torfrind zusammentraf, wurde es naturgemäß zur Verbesserung des letzteren mit ihm gekreuzt, und aus solchen durch Kreuzung entstandenen Typen setzen sich die meisten europäischen Hausrinderstämme der Gegenwart zusammen, wenn auch, wie oben gezeigt wurde, einigermaßen reinblütige Abkömmlinge beider noch vorhanden sind. Ein solcher offenbar an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten entstandener Typus ist die sogen. „Frontosus-Rasse" des Hausrinds, der als wichtigste Vertreter die verschiedenen Fleckviehzuchten der Schweiz angehören. *L. Ruetimeyer* glaubte in ihm zuerst einen eigenen (dritten) Stamm des Hausrinds sehen zu müssen, neigte aber später mehr dazu, ihn als Domestikations- bzw. „Üppigkeits"-Form der Primigenius-Rasse zu betrachten. Ich glaube nicht, daß diese Frontosusrasse etwas anderes ist, als ein einigermaßen konstant gewordenes Kreuzungsprodukt der beiden älteren Hausrindtypen. Ich sage ausdrücklich: „einigermaßen konstant", denn tatsächlich findet man in keiner anderen Rassengruppe des Rindes eine größere Mannigfaltigkeit der Schädelbildung als beim Frontosusrind, und nur die allgemeinen Habituszüge sind mehr oder minder beständig. Sie lassen sich ohne weiteres verstehen als durch Kreuzung entstanden, wobei noch heute bald die eine, bald die andere Stammform mehr „durchschlägt".

Eine konstant gewordene Üppigkeitsform ganz verschiedener Herkunft ist schließlich die von *M. Wilckens* (22) den drei Ruetimeyerschen Arten hinzugefügte vierte: *Bos brachycephalus*, das „Kurzkopfrind", typisch in den Alpen durch den Zillertal-Duxer-Stamm in Tirol und das Eringervieh in der Westschweiz vertreten. Durch die seinerzeit große Beliebtheit des „Tiroler Viehs" zur Verbesserung der mitteleuropäischen Viehschläge kam der Typus auch in anderen Zuchten zur Herrschaft, so z. B. in den Egerländer und Voigtländer Rindern. Äußerlich durch die einigermaßen mopsähnliche Verkürzung des Gesichtsteils diesen Alpenschlägen ähnlich sind die südenglischen sogen. Kurzkopfrinder (Devons) — echte Primigenius-Abkömmlinge, wie oben erwähnt. Die Zillertal-Duxer dürften nach *L. Adametz*[5]) in der Hauptsache ebenfalls Primigeniusblut führen, sind aber viel mehr verändert als die englischen Devons. Bei ihnen grenzt die Verkürzung des Gesichtsteils, die Hand in Hand geht mit einer starken Verbreiterung der Stirne, oft geradezu an Mißbildung. Daß sie übrigens auch Blut des Torfrinds führen, ist zweifellos und gilt besonders vom Eringer Rind.

Wir sehen also, daß von den vier in der Literatur angeführten Hausrindstämmen Europas zwei auf entsprechende Wildformen zurückgehen, während die zwei anderen sich ohne weiteres als Kreuzungs- bzw. Kulturformen erweisen. Schwerer ist die Frage nach der Abstammung einiger außereuropäischer Rassegruppen zu lösen. Schon in Osteuropa tritt neben den Rindern von europäischem Habitus, der grauen Steppenrasse und dem Rotvieh sowie ihren Kreuzungsprodukten untereinander und mit den verschiedensten Kulturrassen, ein abweichender Typus auf, das *aufrechthörnige Rind* oder die Orthocerosrasse, das „rote Steppenvieh", das äußerlich sehr an das südafrikanische Afrikandervieh erinnert und vielleicht ebenso wie dieses einer Kreuzung von Primigenius-Abkömmlingen mit den gleich zu erwähnenden Zebus entstammt. Noch verworrener werden die Rassenverhältnisse in Südasien, der alten Heimat der *Zebus*. Im landläufigen Sinne bezeichnet man mit diesem Namen alle buckeltragenden Rinder — nicht ganz mit Recht, denn einerseits tritt diese Buckelbildung auch bei typischen Primigeniusrindern auf, andererseits fehlt sie häufig bei Rindern, die man ihrem Schädelbau nach doch nur zu den Zebus in Beziehung bringen kann. Es empfiehlt sich daher, die Bezeichnungen „Zebu" und „Buckelrind" nicht im gleichen Sinne anzuwenden, sondern erstere nur für jene Rinder zu gebrauchen, die die charakteristische Schädelform aufweisen, einerlei, ob sie buckeltragend sind oder nicht, letztere dagegen für alle wirklichen Buckelrinder, gleichgültig, welchem Schädeltyp sie angehören.

[4]) Diese Verbreitung der Ur-Rassen des Hausrinds einerseits mit den Hamiten bis nach Südafrika, andrerseits nach Nordwesten bis England hat eine auffallende Parallele in dem ursprünglichen Vorkommen eines anderen Haustiers, das ebenfalls die engsten Beziehungen zu den Hamiten zeigt: des Windhunds. Auch dieses Tier finden wir im Gefolge der Hottentotten am Kap, mit somatisch reinen Hamiten im Westsudan und schließlich nach Norden schon in prähistorischer Zeit bis England verbreitet, wo allerdings der Typus durch Kreuzung mit Wölfen mehr verändert wurde. In Altägypten war ebenfalls der Windhund besonders geschätzt, und merkwürdigerweise finden wir ihn im Altertum wie noch heute auch in einem vierten Verbreitungsgebiet des Primigenius-Rindes: auf Kreta.

[5]) Mündliche Mitteilung.

Es ist klar, daß der Bezeichnung Zebu eine viel größere Bedeutung für die Rassengeschichte zukommt, als der anderen, weil ein Fettbuckel auf dem Widerrist sehr gut von verschiedenen Rinderstämmen unabhängig voneinander erworben sein kann, während Schädelmerkmale doch mehr oder minder konstant sind. Der Zebutypus nun besteht vor allem in einer starken Verlängerung des feinen Gesichtsteils des Schädels bei gleichzeitiger Wölbung der Stirnfläche. Letztere ist bei stärker gehörnten Formen meist weniger bemerkbar als bei leichthörnigen, ohne daß aber die Bedeutung des Horngewichts für die Schädelform eine so große wäre, wie *U. Duerst* annimmt; zeigt doch gerade der großhörnigste Schlag, die sogen. Amrat-Mahal-Rasse, eine außerordentlich stark gewölbte Stirn, genau wie die kurzhörnige Hissarrasse. Die Form des Hinterhaupts gleicht sehr jener bei der europäischen Steppenrasse; aber die craniologischen Untersuchungen über Zebus stehen erst in den Anfängen und erstrecken sich noch lange nicht auf alle Rassen. Sicher ist, daß europäisches Blut, vielleicht der Brachycerosgruppe, in vielen — namentlich in kleineren — Zebustämmen Indiens vorhanden ist. Andererseits spricht die Ähnlichkeit im Schädelbau sowie die Hornform der großhörnigen Zebus dafür, daß auch Blut der Primigeniusrasse mindestens ausgiebig beigemischt wurde oder aber, daß die wilde Ahnenform der Zebus mit dem Ur identisch oder nächstverwandt war. Sehr früh scheint der Zebustamm nach Westen verbreitet worden zu sein, wenn er auch in Ägypten erst lange nach dem Rinde von Urabstammung auftritt.

In Vorderasien kann man noch heute eine alte Einwanderungsstraße verfolgen: schon im südlichen Mesopotamien soll der Zebutyp, hier in einer fast buckellosen, sehr hochbeinigen rotbraunen Rasse, unter den Hausrindern vorherrschen. Nach Westen zu wird er seltener, ist aber über Mosul, Aleppo und Damaskus bis in den Libanon verbreitet, hier natürlich nur mehr in Kreuzungsprodukten erkennbar. Nach Afrika ist er wohl noch vor dem ägyptischen Neuen Reich gelangt, vielleicht im Gefolge jener asiatischen Kulturwelle, die mit der Besetzung Unterägyptens durch die Hyksos ihren Abschluß fand, wahrscheinlich aber auf ganz anderem Wege, nämlich über Südarabien und Nubien: erscheinen doch auf ägyptischen Denkmälern sowohl Buckelrinder wie auch höckerlose Rinder vom Zebutypus stets als Tribut aus den Negerländern des Südens[6]). Heute tritt er im Sudan noch neben Rindern von europäischem Typus auf, ebenso auch wohl im ganzen afrikanischen Steppengürtel. Naturgemäß überall in bunter Mischung mit dem durch die Hamitenkultur verbreiteten Urabkömmling, aber doch immer wieder durchschlagend. So dürfte das rote „Afrikander"-Rind Transvaals viel Zebublut führen, ebenso manche Hausrinder Ostafrikas, namentlich kurzhörnige. Gerade diese auch bei Kreuzungsrassen immer wieder auftretenden Zeburückschläge machen es wahrscheinlich, daß die Zebus nicht ausschließlich von europäischen, d. h. nordischen Ahnen abstammen, sondern gerade ihr charakteristisches Gepräge einer bestimmten, von letzteren verschiedenen Ahnenform verdanken. Am wahrscheinlichsten dürfte die Annahme sein, daß ihr wilder Ahne dem indisch-quartären *Bos namadicus* nahegestanden habe, der sich ja auch vom europäischen Ur durch weniger quadratische und mehr gewölbte Stirnfläche unterschieden hat. — Blutmischung mit dem zahmen Banteng kommt vor, aber nur in beschränktem Maße, wie oben erwähnt.

V. Zusammenfassung.

Es scheint also nach dem heutigen Stande unseres Wissens, als ob das Hausrind rassengeschichtlich in drei verschiedene Stämme zu gliedern sei, die heute freilich fast nirgends sich blutrein erhalten haben, sondern überall nur vielfach miteinander durchkreuzt auftreten. Diese drei Stämme sind: 1. das Brachycerosrind im Sinne *Ruetimeyers*[7]), 2. das Primigeniusrind Europas und Afrikas und 3. das Zeburind Süd- und Mittelasiens und Afrikas. Der erste Stamm geht, wie oben gezeigt wurde, wahrscheinlich auf eines der kleinen Wildrinder Europas zurück, der zweite auf den großen Ur Nordafrikas und Südwestasiens, der dritte auf eine nicht näher bekannte, aber dem Ur zweifellos nahestehende Form, vielleicht eine Lokalrasse desselben. Wo die älteste Domestikation erfolgt ist, können wir heute auch nicht annähernd feststellen. Sicher anzunehmen ist nur, daß die Domestikation der beiden später Haustiere gewordenen Stämme nur eine Nachahmung des ältesten Vorgangs war. Es wäre möglich, daß das Rind, zuerst irgendwo nördlich der mitteleuropäischen Gebirgskette domestiziert, durch Südwanderung einzelner Stämme weiter südlich wohnenden Völkern bekannt geworden und diese zur Zähmung der bei ihnen vorhandenen Wildrinder angeregt habe. Aber auch der andere Fall wäre denkbar, daß zuerst irgendwo im Mittelmeergebiet der Ur domestiziert, dann seine zahmen Abkömmlinge im Gefolge von Kulturwellen nach Norden gelangt und dort die prähistorischen Mitteleuropäer zur Zähmung des kleineren Verwandten veranlaßt habe. Welche von beiden Annahmen mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat, läßt sich schwer sagen. Sehr früh setzte dann auch die Rassenkreuzung ein und so intensiv, daß es heute schwer ist, reine Vertreter eines der drei Typen festzustellen.

[6]) Ich erwähne, daß ich unabhängig von Herrn Hofr. *Adametz* zu dieser Ansicht, die sich mit der seinigen vollständig deckt, gekommen bin.

[7]) Nicht *Duerst*, der den Namen für alle wirklich kurzhörnigen Rinder anwendet.

Reine Nachahmung war es auch, der wir die übrigen Haustiere aus der Verwandtschaft des Rindes verdanken. Daß der Gaur domestiziert wurde und den zahmen Gayal lieferte, ist ebenso eine noch dazu recht späte Nachahmung, wie die Zähmung des Bantengs zum Balirind, ferner die Domestikation des wilden Yaks und des wilden Büffels. Am frühesten ist vielleicht die Zähmung des Wildbüffels anzunehmen; spielt doch letzterer schon im altbabylonischen Kultus gelegentlich eine gewisse Rolle als „Himmelsstier". Ob aber gerade hier die Örtlichkeit zu suchen ist, der wir dieses Haustier verdanken, ist zu bezweifeln. Vielmehr dürfte der Büffel aus Vorderasien verschwunden sein, bevor er wirklich Haustier geworden war, wenigstens fehlt er auf den jüngeren assyrischen Denkmälern, die uns auch mit den Haustieren des „Meerlands im Süden" bekanntmachen, in dem er heute eine so wichtige Rolle spielt. In Palästina scheint er aber schon zur Zeit Christi oder doch bald danach bekannt gewesen zu sein. Denn ich fand in der Moschee von Sebastije ein aus den Ruinen von Samaria stammendes Säulenkapitäl, das zweifellos den Büffel, und zwar die noch heute im Lande vertretene verhältnismäßig kurzhörnige Rasse darstellt. Es ist also anzunehmen, daß er in Indien kurz vor Beginn unserer Zeitrechnung domestiziert und dann entlang der oben bei den Zeburindern erwähnten Handelsstraße nach Westen verbreitet wurde. Nach Europa ist er sicher nicht vor der Völkerwanderung, möglicherweise (nach Italien wenigstens) zur Zeit der Staufer über Sizilien, nach Ungarn und Kaukasien wahrscheinlich aber erst mit den Türken gekommen. Fehlt er doch z. B. der maurischen Kultur Spaniens. Auch der Yak dürfte wohl ziemlich früh in den Hausstand getreten sein, Gaur und Banteng dagegen sicher erst spät. Die Bedeutung dieser drei Formen ist örtlich eng begrenzt geblieben.

Nicht zum Haustier geworden ist bisher ein Wisent oder ein afrikanischer Büffel, obwohl die erst in den letzten Jahren versuchte Zähmung des amerikanischen Bisons vielversprechende Erfolge aufweisen kann.

Verzeichnis der zitierten Literatur.

(1) *L. Ruetimeyer*, Versuch einer natürlichen Geschichte des Rindes, Neue Denkschriften d. Schw. Naturf. Gesellsch. 1867.

(2) *U. Duerst*, Wilckens' Naturgeschichte der Haustiere, 2. Aufl., Leipzig 1905.

(3) *H. Gans*, Banteng und Zebu und ihr gegenseitiges Verhältnis, Diss. Halle 1915.

(4) *C. Keller*, Die Abstammung der ältesten Haustiere, Zürich 1902.

(5) *B. Vryburg*, Rindviehzucht in Niederländ. Ostindien, Jahrb. f. wissensch. u. prakt. Tierzucht Bd. *11*, 1917.

(6) *M. Hilzheimer*, Brehms Tierleben, 4. Aufl., *13*. Bd., 1916.

(7) *W. Leche*, Scientific results of a journey in Central Asia, part Zoology, Stockholm 1904.

(8) *M. Hilzheimer*, Der ägyptische Ur, Festschrift f. Eduard Hahn, Stuttgart 1917.

(9) *H. v. Meyer*, Über fossile Ochsen, Nova Acta Acad. Caes. Leop.-Carol. *XVII*, 1835.

(10) *H. Pohlig*, Bovidés fossiles de l'Italie, Bull. de la Soc. Belge de Geologie, Tome 25, 1911.

(11) *M. Hilzheimer*, Die Tierdarstellungen im Grab des Sahure. 26. wissensch. Veröffentl. d. deutsch. Orientges., Leipzig 1913.

(12) *A. Mertens*, Der Ur. Abhandl. u. Berichte d. Museums f. Natur- u. Heimatkunde zu Magdeburg Bd. *1*, 1906.

(13) *R. Owen*, British fossil Mammals and Birds, London 1846.

(14) *L. Adametz*, Studien über Bos brachyceros europaeus, die wilde Stammform der Brachyceros-Rassen des europ. Hausrinds, Journal für Landwirtsch. Bd. *46*, 1898.

(15) *K. v. d. Malsburg*, Über neue Formen des kleinen diluvialen Urrindes, Ber. d. Akad. d. Wissensch. Krakau 1911.

(16) *L. Ruetimeyer*, Die Fauna der Pfahlbauten der Schweiz, Basel 1861.

(17) *L. Adametz*, Untersuchungen über den Schädelbau des albanes. Rindes, Zeitschr. f. d. landwirtsch. Versuchswesen in Öst. Bd. *1*, 1898.

(18) *A. Nehring*, Zahlreiche Abhandlungen dieses ausgezeichneten Forschers haben sich mit dem fragl. Gegenstand beschäftigt.

(19) *S. Ulmansky*, Die andalusische Rinderrasse, Mitteilungen d. landw. Lehrkanzeln d. Hochsch. f. Bodenkultur Bd. *3*, 1917.

(20) *P. Saborsky*, Das wallisische Schwarzvieh, Mitteilungen d. landw. Lehrkanzeln d. Hochsch. f. Bodenkultur Bd. *1*, 1913.

(21) *F. Weisheit*, Devons und South-Devons, Mitteilungen d. landw. Lehrkanzeln d. Hochsch. f. Bodenkultur Bd. *2*, 1914.

(22) *M. Wilckens*, Über die Brachycephalus-Rasse des Hausrindes, Mitteilungen d. Anthrop. Gesellsch. Wien 1880.

Die heterochrome Photometrie in Theorie und Praxis.

Von Dipl.-Ing. R. von Voß, Berlin,

Oberingenieur der Siemens & Halske A.-G.

Seit den Zeiten, da *Bunsen* sein Fettfleck-Photometer konstruierte, mit dem man in der denkbar einfachsten Weise die Lichtstärke verschiedener Lichtquellen meßbar miteinander vergleichen konnte, und *von Hefner-Alteneck* seine bekannte Lichteinheit schuf, hat das Problem der heterochromen Photometrie alle Fachleute, Theoretiker und Praktiker, eingehend beschäftigt. Einfach und einwandfrei ist nämlich die Einstellung auf gleiche Helligkeit der beiden Vergleichsfelder nur für den Fall, daß die beiden miteinander zu vergleichenden Lichtquellen den *gleichen Farbenton* aufweisen. Sobald aber die Lichtfarben sich wesentlich voneinander unterscheiden, ist das Auge ohne weiteres nicht mehr imstande, mit Sicherheit zu erkennen, wann die beiden Vergleichsfelder genau gleiche Helligkeit zeigen. Vor allem sind die Ergebnisse derartiger Messungen stets individuell mehr oder weniger verschieden und auch bei einer und derselben Person in hohem Maße von den verschiedensten Einflüssen abhängig. Die Messung ist naturgemäß um so unsicherer, je größer der Farbenunterschied ist, und wird in der Regel so gut wie undurchführbar,

wenn es sich um den Vergleich einer ausgesprochen buntfarbigen Lichtquelle mit dem Lichte beispielsweise der Hefnerlampe handelt. Aber auch bei viel weniger verschiedenen Farbtönen ist die Unsicherheit der Einstellung so groß, daß selbst bei der praktischen Photometrie der normalen künstlichen Lichtquellen sich die Notwendigkeit herausgestellt hat, besondere Hilfsmittel zu schaffen, um die Messung zu erleichtern und sicherer zu gestalten.

Das Problem der heterochromen Photometrie ist deshalb so schwierig, weil es sich nicht rein physikalisch eindeutig lösen läßt. Man muß sich vielmehr darüber klar sein, daß die Frage des Vergleiches der Helligkeit verschiedenfarbiger Lichter nur *physiologisch* beantwortet werden kann. Sache der Physiologen ist es also, die wissenschaftlichen Grundlagen für die Praxis der Photometrie zu schaffen und diejenigen Daten festzulegen, auf denen der Praktiker die Konstruktion geeigneter Instrumente aufbauen kann. Dabei ist festzuhalten, daß die Photometrie in erster Linie der *Beleuchtungstechnik* dient, die sich die Aufgabe stellt, die Räume, in denen wir uns bewegen, je nach ihrem Zwecke ausreichend zu beleuchten. Daraus ergibt sich meines Erachtens zweifelsfrei die Richtigkeit des folgenden Satzes:

Zwei verschiedenfarbige Lichtquellen sind dann als gleich hell zu bezeichnen, wenn sie denselben Raum gleich hell erleuchten, d. h. so, daß ein Mensch mit normalen Augen alle Gegenstände in dem Raume in beiden Fällen gleich gut erkennen kann.

Um zu einer einwandfreien Beantwortung dieser Frage zu gelangen, müßten derartige Untersuchungen natürlich mit einer großen Reihe von Versuchspersonen vorgenommen werden, und es ist eigentlich verwunderlich, daß wenigstens in Deutschland seit dem Jahre 1890, als *König* seine bekannte Augenempfindlichkeitskurve veröffentlichte, umfangreichere Versuche in dieser Richtung kaum unternommen worden sind. Anders in Amerika, wo aus den Bedürfnissen der praktischen Beleuchtungstechnik heraus, deren Bedeutung man dort zudem viel früher erkannt hat als bei uns, verschiedene Forscher, besonders *Ives*[1]) und *Nutting*[2]) Messungen der Sehfähigkeit bei den verschiedenen Wellenlängen in größerem Maßstabe anstellten. Bei der Wichtigkeit dieser Untersuchungen für die gesamte Beleuchtungstechnik halte ich es aber für unbedingt erforderlich, daß man auch bei uns dieser Frage ernstlich näher tritt und die Physikalisch-Technische Reichsanstalt oder ein anderes geeignetes staatliches Institut eingehende wissenschaftliche Untersuchungen dieser Art auf breitester Grundlage anstellt. Solange dies noch nicht der Fall ist, könnte man sich wohl auch mit den Ergebnissen der amerikanischen Arbeiten zufrieden geben, von denen besonders diejenigen von *Nutting* anscheinend mit großer Sorgfalt ausgeführt sind. Überhaupt ist zu bemerken, daß es für die Anwendung in der Praxis ja gar nicht so sehr darauf ankommt, ob das Ergebnis der Untersuchungen wirklich genau dem Durchschnitt aller normalsichtigen Menschen entspricht, als darauf, daß durch die *Festsetzung einer bestimmten „normalen Sehfähigkeitskurve"* endlich einmal die Unsicherheit der photometrischen Meßmethoden wenigstens theoretisch zunächst beseitigt wird. Ich möchte also vorschlagen, daß man vorläufig *die Sehfähigkeitskurve von Nutting als maßgebend* ansieht und *als Grundlage für alle photometrischen Messungen* benutzt.

Theoretisch war somit die Aufgabe der heterochromen Photometrie eigentlich bereits seit Jahren bis zu einem gewissen Grade gelöst, bei der praktischen Anwendung aber stand man bis vor kurzem der ganzen Frage noch ziemlich ratlos gegenüber. Statt die Ergebnisse der Untersuchungen von *Ives* und *Nutting* zu benutzen, versuchte man immer wieder, den direkten Vergleich der verschiedenfarbigen Felder im Lummer-Brodhunschen Würfel durchzuführen. Für bestimmte Einzelfälle wurden auch wohl *Farbfilter* benutzt, um die Einstellung zu erleichtern, jedoch konnten diese noch nicht so bestimmt werden, daß man auf diese Weise zu einer theoretisch wirklich einwandfreien und allgemein anwendbaren Methode gelangt wäre.

Bevor ich nun näher auf die Verwendung von Farbfiltern eingehe, muß ich noch kurz das Verfahren der *Flimmer-Photometrie* erwähnen, das auf den ersten Blick das Problem der heterochromen Photometrie in genialer Weise zu lösen scheint. Es beruht bekanntlich auf der Erscheinung, daß das Auge auch bei sehr schnellem Wechsel der Lichteindrücke von verschiedenfarbigen Feldern im allgemeinen stets ein Flimmern wahrnimmt, das erst dann verschwindet, wenn die Felder annähernd gleich hell erscheinen. Abgesehen davon, daß diese Methode infolge der naturgemäß ziemlich umständlichen Meßeinrichtung in die Praxis bisher wenig Eingang gefunden hat, ist zu bemerken, daß auch die theoretischen Grundlagen des Verfahrens durchaus nicht ohne weiteres als einwandfrei anzusehen sind. Hinzu kommt noch, daß auch bei der Flimmer-Photometrie die individuellen Unterschiede der einzelnen Beobachter nicht ganz ausgeschaltet sind, so daß auf diese Weise das vorliegende Problem nicht zu lösen ist.

Die Anforderungen der Praxis an eine brauchbare Methode der Lichtmessung sind vielmehr folgende:

1. Die Einstellung muß auch bei beliebig weit auseinanderliegenden Farbtönen leicht und genau ausführbar sein, unabhängig von allen individuellen Verschiedenheiten der Beobachter.

[1]) El. World 1912, S. 1276.
[2]) Zeitschrift f. Beleuchtungsw. usw., März 1917, S. 33.

2. Das Meßverfahren muß theoretisch einwandfrei begründet sein auf den Ergebnissen der Untersuchungen, wie sie in der „normalen Sehfähigkeitskurve“ festgelegt sind.

3. Die Meßgeräte müssen in allen wesentlichen Teilen unveränderlich und stets genau reproduzierbar sein, um allgemein gültige Meßergebnisse zu erzielen.

4. Die Einrichtung muß so getroffen sein, daß man bequem und ohne wesentlichen Zeitverlust von einem Farbenton auf einen beliebigen anderen übergehen kann.

Diesen Anforderungen wird eine Methode in weitgehendem Maße gerecht, die ich im Laufe der letzten Jahre ausgearbeitet und in die Praxis eingeführt habe.

Von der Erkenntnis ausgehend, daß eine einwandfreie Einstellung auf „Gleichheit“ oder „gleichen Kontrast“ der Vergleichsfelder nur bei genauer Farbengleichheit möglich ist, stellte ich mir die Aufgabe, *eine Vergleichslichtquelle* zu schaffen, *die in ihrem Farbton veränderlich ist*, so daß sie jeder beliebigen Lichtfarbe angepaßt werden kann. Bedingung ist dabei natürlich, daß unabhängig von der Einstellung auf irgendeinen Farbenton die *Lichtstärke unverändert bleibt*.

Zu diesem Zwecke benutze ich nun die auf der Young-Helmholtzschen Farbentheorie beruhende Möglichkeit, jeden beliebigen Farbenton durch optische Synthese aus den bekannten drei Grundfarben herzustellen. Ähnlich wie *Ives* in seinem „Kolorimeter“[3]) erzeuge ich diese Grundfarben durch entsprechende Filterung des Lichtes einer gewöhnlichen elektrischen Wolframdraht-Glühlampe. Die Anordnung ist dabei so getroffen, daß durch diese Lampe drei gleich große Mattscheiben gleichmäßig erleuchtet werden, denen dann die Filter in den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau vorgesetzt werden. Diese Farbfilter werden nun so justiert, daß *die drei farbig leuchtenden Flächen optisch-physiologisch genau gleich hell erscheinen*. Voraussetzung für die Erfüllung dieser Bedingung ist zunächst die *Festsetzung und genaue Einhaltung einer bestimmten Fadentemperatur* der Glühlampe, so daß die Energieverteilung der Strahlung über den Wellenlängenbereich nach dem Wien-Planckschen Gesetz bekannt ist. Ich verwende in meiner „Farbenausgleichvorrichtung“ (D. R. P. Nr. 301 185) eine Wolfram-Drahtlampe üblicher Bauart mit einem Energieverbrauch von 1,1 Watt pro Hefnerkerze, was nach den Untersuchungen von *Pirani* und *Meyer* einer wahren Fadentemperatur von etwa 2070 ° C entsprechen dürfte[4]). Nach dem Vorgange von *Eisler, Nutting, Ives* und *Pirani* und *Miething*[5]) ist es nun ohne weiteres möglich, durch eine Kombination der Energieverteilungskurve nach dem Wien-Planckschen Gesetz mit der „Sehfähigkeitskurve“ die sogenannte optisch-physiologische „Wirksamkeitskurve“ zu erhalten, deren Integralwert über den sichtbaren Wellenlängenbereich ein Maß für die für das Auge wirksame Lichtmenge ergibt. Kombiniert man nun weiter mit dieser „Wirksamkeitskurve“ noch die „Lichtdurchlässigkeitskurve“ der einzelnen Farbfilter, so müssen die drei so entstehenden „Wirksamkeitskurven des gefilterten Lichtes“ offenbar *gleich große Integralwerte* ergeben, wenn die obige Bedingung gleicher optisch-physiologischer Helligkeit erfüllt sein soll. Für die photometrische Praxis sehr gut brauchbar sind, wie bereits *Bloch* erwähnt hat[6]), die bekannten Farbgläser der Firma Schott und Genossen, Jena, wie sie für die Zwecke der Farbenphotographie verwendet werden. Fig. 1 zeigt schematisch die „Wirksamkeitskurven“ des gefilterten Lichtes unter Verwendung der eben genannten Farbfilter, und zwar in einer Anordnung, wie sie für die praktische Verwendung in Frage kommt, wobei also die drei Integralwerte gleich groß sind.

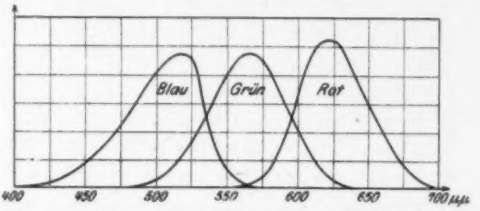

Fig. 1. „Wirksamkeitskurven“ des gefilterten Lichtes.

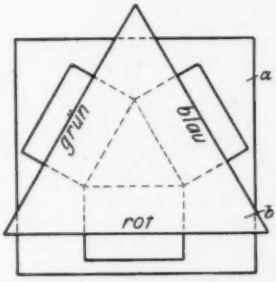

Fig. 2. Einstellbare Blende zur Veränderung des aus drei Grundfarben gemischten Farbentones.

Die optische Synthese erfolgt in einfachster Weise dadurch, daß die drei von den leuchtenden Flächen ausgehenden Lichtströme gemeinsam eine weitere Mattscheibe treffen, die nun ihrerseits in einem Farbenton leuchtet, der dem Gemisch aus den drei Grundfarben entspricht. Zur Veränderung dieses Farbtones sind einstellbare Blenden vorgesehen, die mechanisch so miteinander verbunden sind, daß *die Summe der drei leuchtenden Flächen* und somit die Gesamtlichtstärke *konstant* bleibt.

[3]) Transactions of the Illum. Eng. Soc. 1915, S. 316.
[4]) *Pirani* und *Meyer*, Verh. d. D. Phys. Ges. *XIV*, 1912, S. 681.
[5]) *Eisler*, Elektrotechn. Zeitschr. *25*, 188, 1904; *Nutting*, Bulletin Bureau of Standards *6*, 337, 1910; *Ives*, Transactions Ill. Eng. Soc. *5*, 113, 1910; *Pirani* und *Miething*, Verh. d. D. Phys. Ges. *17*, 219, 1915.
[6]) ETZ. 1903, S. 1306.

Eine sehr einfache konstruktive Lösung dieser Aufgabe ist in Fig. 2 schematisch angedeutet. Der Deckel *a* eines innen mattweiß gestrichenen Kastens, der die Wolframlampe enthält, ist mit drei im Winkel von 120° gegeneinander versetzt angeordneten rechteckigen Öffnungen versehen, die durch Mattscheiben und Farbfilter verschlossen sind. Davor befindet sich eine gemeinsame Blende *b* in Form eines gleichseitigen Dreiecks von solcher Größe, daß sie in der gezeichneten Symmetriestellung von jeder der drei leuchtenden Flächen gerade zwei Drittel verdeckt. Wenn man nun die dreieckige Blende so bewegt, daß ihre Seitenkanten sich parallel verschieben, so erkennt man leicht, daß dabei die Summe der drei unbedeckten Teile der Lichtöffnungen stets unverändert bleibt.

In bezug auf weitere Einzelheiten der praktischen Ausführung, insbesondere die Justierung der Farbfilter, muß ich auf meine Veröffentlichung an anderer Stelle[7]) verweisen, ich will hier nur noch erwähnen, daß es sich in der praktischen Photometrie ja in der Regel nicht um die Messung ausgesprochen farbiger Lichtquellen handelt, sondern solcher, deren Lichtfarbe nur verhältnismäßig wenig von derjenigen des ungefilterten Lichtes der Vergleichslampe abweicht. In diesem Falle ist es zweckmäßig, dem gefilterten Licht einen mehr oder weniger großen *Teil ungefilterten Lichtes hinzuzumischen.* Man gewinnt dadurch den Vorteil, mit einer wesentlich schwächeren Lichtquelle auszukommen, da die Absorptionsverluste in den Filtern nicht mit dem vollen Betrage in Rechnung zu setzen sind.

Eine weitere, sehr bedeutende Vereinfachung der ganzen Anordnung wird dann möglich, wenn man sich auf die Messung ganz bestimmter Arten von Lampen beschränkt, und gerade dieser Fall liegt in der praktischen Photometrie besonders häufig vor. Von wenigen Ausnahmen abgesehen sind alle unsere künstlichen Lichtquellen in der Hauptsache als *reine Temperaturstrahler* anzusehen, für die also das Wien-Plancksche Gesetz mit genügender Annäherung gilt. Die Verschiedenheiten des ausgestrahlten Lichtes liegen somit in erster Linie in der ungleichen Höhe der Glühtemperatur des strahlenden Körpers begründet und bestehen bekanntlich darin, daß mit zunehmender Temperatur die Menge der kurzwelligen Strahlen im Verhältnis zu derjenigen der langwelligen anwächst. Die Lichtfarbe ändert sich daher mit steigender Temperatur in der Weise, daß *die Menge des grünen und blauen Lichtes zunimmt,* während diejenige *des roten Lichtes* verhältnismäßig *abnimmt.*

Daraus ergab sich die Möglichkeit, für diesen Fall mit nur *zwei Farbfiltern* auszukommen, einem *roten* und einem *blaugrünen.* In der Tat gelang es, auf diese Weise eine äußerst einfache Einrichtung zu schaffen, die für die Photometrierung der meisten künstlichen Lichtquellen eine absolut sichere und bequeme Einstellung des Vergleichsbildes ermöglicht. Die „Farbausgleichvorrichtung" (Fig. 3) besteht in diesem Falle lediglich aus einem Rahmen *a*, in den die beiden Farbfilter nebeneinander eingesetzt sind, jedoch so, daß sie zwischen sich einen Spalt freilassen, durch den ein Teil des Lichtes der Vergleichslampe ungefiltert austritt. Durch eine Schraubspindel *b* kann der Rahmen vor der von der Vergleichslampe erleuchteten Mattscheibe so verschoben werden, daß die Summe der leuchtenden Flächenstreifen und damit die Lichtstärke der Gesamtstrahlung konstant bleibt. Durch Drehen der Schraubspindel ist man auf diese Weise in wenigen Sekunden imstande, das Vergleichsbild so zu verändern, daß kein Farbenunterschied mehr erkennbar ist.

Zu erwähnen ist noch, daß für den Fall der Messung reiner Temperaturstrahler die beschriebene Vorrichtung auch *zur Kontrolle der Temperatur des Strahlers* benutzt werden kann.

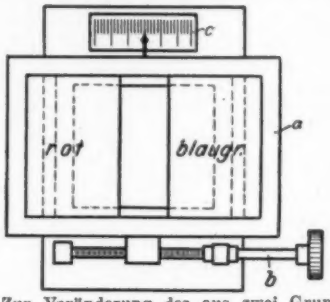

Fig. 3. Zur Veränderung des aus zwei Grundfarben gemischten Farbentones.

Da die Lichtfarbe eine eindeutige Funktion der Temperatur ist und für jeden Farbton der Rahmen *a* (Fig. 3) in ganz bestimmter Weise eingestellt werden muß, um Farbgleichheit zu erreichen, so kann man eine Meßskala *c* vorsehen, welche die Rahmenverschiebung anzeigt und gegebenenfalls direkt in Temperaturgraden geeicht werden kann. Da ferner bei elektrischen Glühlampen die *„Ökonomie"*, das ist der Energieverbrauch in Watt pro Hefnerkerze bei einer bestimmten Lampensorte allein von der Fadentemperatur abhängig ist, ist es auch möglich, diese Skala so anzuordnen, daß direkt die Ökonomie abgelesen werden kann.

Praktisch angewendet wird die beschriebene Vorrichtung zunächst bei dem von der Firma *Siemens & Halske* hergestellten *Kugelphotometer für Betriebsmessungen an elektrischen Glühlampen,* über das ich an anderer Stelle ausführlich berichtet habe[8]), jedoch ist die neue Meßmethode natürlich für jede Art von photometrischen Messungen anwendbar und von Vorteil, soweit irgendwelche Farbunterschiede zwischen den zu vergleichenden Lichtquellen vorhanden sind.

[7]) Zeitschrift für Beleuchtungswesen usw.

[8]) ETZ. 1917, Heft 14 und Heft 49.

Bei dem erwähnten Glühlampenphotometer, dessen wesentliche Teile in Fig. 4 dargestellt sind, wird der Rahmen *a* (Fig. 3), der die Farbfilter enthält, mit Hilfe einer Schraubenspindel verschoben, die einen mit dem Zeiger *e* versehenen Drehknopf *d* trägt. Die Steigung der Schraube ist so bemessen, daß eine volle Drehung ausreicht, um den Rahmen von der einen in die andere Grenzstellung zu bewegen. Infolgedessen kann die Rahmenverschiebung direkt an der Skala *f* abgelesen werden.

Von der aus Zinkblech hergestellten, innen mattweiß gestrichenen Hohlkugel von 1,5 m Durchmesser, in deren Inneres die zu messende Lampe gebracht wird, ist in Fig. 4 nur ein Teil

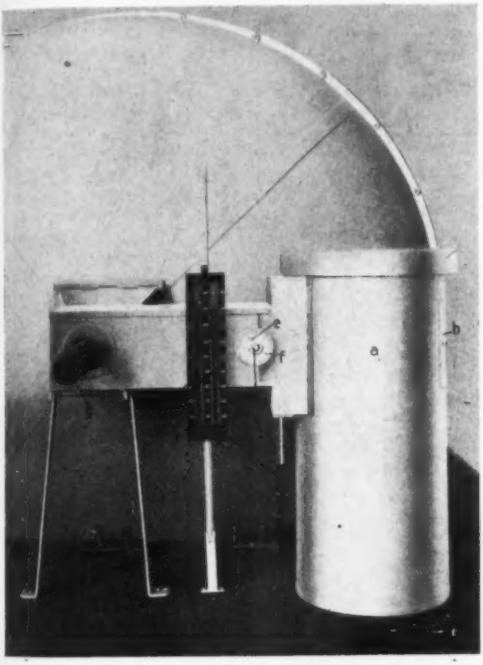

Fig. 4. Kugelphotometer für Betriebsmessungen an elektrischen Glühlampen.

sichtbar. Die Vergleichslampe, eine gewöhnliche Wolfram-Drahtlampe, befindet sich im Inneren des zylindrischen Behälters *a* und beleuchtet zunächst eine Mattscheibe, die in dem sich auf der linken Seite anschließenden viereckigen Kasten angebracht ist. Das von dieser Mattscheibe ausgehende und durch die verschiebbaren Filter in der Farbe veränderliche Licht wird nun in dem sich anschließenden länglichen, innen ebenfalls weiß gestrichenen Tubus weitergeleitet zu einer Mattscheibe, deren Helligkeit durch eine verstellbare Blende regelbar ist. Die Messung erfolgt nun in der Weise, daß man diese Blende so weit verstellt, bis die Helligkeit der von der Vergleichslampe erleuchteten Mattscheibe gleich der Helligkeit derjenigen wird, die das Kugelinnere abschließt und somit von der zu messenden Lampe Licht erhält. Die Einstellung auf gleiche Helligkeit erfolgt mittels eines Lummer-Brodhunschen Würfels, der durch das Okular *g* beobachtet wird. Die regelbare Blende, die durch einen in der Abbildung nicht sichtbaren Drehknopf betätigt wird, ist mit einem Doppelzeiger *h* versehen, der auf der Skala *i* spielt, an der man somit bei entsprechender Eichung die mittlere räumliche Lichtstärke der zu messenden Lampe unmittelbar ablesen kann.

Die größten Farbenunterschiede, die bei den praktisch verwendbaren elektrischen Glühlampen vorkommen, sind gegeben einerseits durch eine mit wesentlich verringerter Spannung, also entsprechend niedriger Temperatur brennenden Kohlefadenlampe und andererseits durch eine mit erhitzter Spannung betriebene sogenannte Halbwattlampe. Die Filter sind nun so abgestimmt, daß durch Drehung des Knopfes *d* in wenigen Sekunden in diesen Grenzen auf jede beliebige Lichtfarbe eingestellt werden kann. Um die Temperatur des Glühfadens oder die „Ökonomie" an der Skala *f* ablesen zu können, muß diese für eine bestimmte Lampenart vorher empirisch geeicht werden.

Zur Beteiligung deutscher Gelehrter an der Ausbildung von Kampfmitteln.

In den Zeitungen der Entente und selbst auch in der neutralen Presse sind wiederholt Angriffe gegen deutsche Gelehrte erhoben worden, weil sie die kriegerischen Maßnahmen ihrer Regierung unterstützt und insbesondere auch an, wie behauptet wird, völkerrechtswidrigen Maßnahmen durch ihre Beihilfe sich indirekt beteiligt hätten, letzteres speziell, was die Ausbildung des sogenannten Gaskampfes betrifft.

Durch einseitige Information in der feindlichen und neutralen Presse sind hierüber im neutralen Ausland vielfach unrichtige Auffassungen entstanden. Die Gelehrten hatten, wie jeder andere Bürger, naturgemäß gleichfalls die Verpflichtung, ihrem Vaterlande zu helfen und all ihr Können, wie geschehen, selbstlos einzusetzen.

1. Allgemeines über den Gaskampf.

Der Umstand, daß die deutschen Chemiker besonders wegen ihrer Beteiligung bei der Ausbildung des Gaskampfes angegriffen werden, ist psychologisch leicht zu verstehen. Es ist eine allgemeine Erfahrung, daß jedes neue Mittel der Kriegführung infolge der besonderen Eigenarten, die es mit sich bringt, auch als eine neue Grausamkeit empfunden wird. An die schrecklichen Verwundungen, die die modernen Sprenggranaten hervorrufen, war man gewöhnt; die Leiden der Gaskranken, obwohl im allgemeinen nicht damit zu vergleichen, wurden als eine neue Begleiterscheinung des Krieges als grausam und unmenschlich hingestellt.

„Vom humanen Standpunkt ist es nicht grausamer, die Feinde mit giftigen Gasen zu ersticken als sie im Wasser mit Hilfe von Torpedos zu ersäufen; jedes neue Kriegsmittel hat man immer zunächst als barbarisch bezeichnet und schließlich allgemein angenommen."

Die vorstehenden Bemerkungen werden bei den Gegnern des Gaskampfes lebhaften Protest hervorrufen, und es sei daher gleich hinzugefügt, daß sie nicht etwa vom Autor dieses Artikels, sondern von dem Vertreter der amerikanischen Regierung auf der Haager internationalen Konferenz im Jahre 1899, dem Admiral *Mahan*, stammen, wie denn bis auf den heutigen Tag die Vereinigten Staaten unter keinerlei Bestimmungen ihre Unterschrift gesetzt haben, die den Gaskampf einzuschränken oder zu verbieten geeignet waren.

Zweifellos kann man sagen, wäre 1914 der Gaskampf ein allgemein benutztes Kampfmittel gewesen, und hätten die deutschen Gelehrten während des Krieges neben den Gasgranaten die Lyddittsprenggeschosse eingeführt, so würde die Entrüstung über diese Schandtat bei der Entente und bei so manchem Neutralen noch ungleich größer gewesen sein.

2. *Vorgeschichte des Gaskampfes.*

Übrigens ist der Gaskampf keineswegs eine so neue bösartige Erfindung, wie die feindliche Presse fortwährend behauptet hat. Eingehende, aber technisch unvollkommene Vorschläge, um den durch Bollwerke verdeckten Feind mit Hilfe von Giftschwaden (Arsenikdämpfen und dergleichen) unschädlich zu machen, beschreibt bekanntlich bereits *Lionardo da Vinci*, ohne daß man ihn deshalb zu einem Auswurf der Menschheit gestempelt hätte. Einen eingehend durchgearbeiteten Vorschlag[1]) hat während des Krimkrieges der Admiral Lord Graf von Dundonald, einer der berühmtesten englischen Seehelden, aufgestellt, dahingehend, Sebastopol mit Hilfe einer Gaswolke, erzeugt durch verbrannten Schwefel, zu nehmen. Dieser Plan wurde nicht etwa a limine abgewiesen, sondern sorgfältig erwogen, schließlich aber abgelehnt, wobei es dahingestellt bleiben mag, ob humanitäre Rücksichten bei der Ablehnung des, wie wir heute wissen, technisch recht unvollkommenen Projektes eine maßgebende Rolle gespielt haben.

Diejenige Macht, die sich zuerst erfolgreich mit der Ausbildung eines Gaskampfmittels beschäftigt hat, ist, soweit bis jetzt bekannt, Frankreich gewesen; bereits vor dem Kriege trat nämlich in der französischen Armee eine sogenannte Gewehrgasgranate in Aktion, die bei dem wohlbekannten Angriff auf die Bonnetsche Apachenbande in Choisy-le-Roy benutzt wurde; dies uns heute wohlbekannte Geschoß enthielt Bromessigäther, eine Flüssigkeit, die in feinverteilter Form zerstäubt durch die stark tränenerregende und die Atmungsorgane stark ätzende Wirkung den Aufenthalt in Schützengräben und Unterständen unmöglich macht. Es steht auch fest, daß diese Waffe, ebenso wie eine ähnlich konstruierte Handgranate, bereits Anfang 1915, wenn nicht früher, gegen das deutsche Heer zur Verwendung gelangte. Da aber damals den Franzosen offenbar nur sehr beschränkte Mengen des erwähnten Präparates zur Verfügung standen, so war der praktische Erfolg gering und die Öffentlichkeit hat davon bisher kaum erfahren. Auf die Bemühungen des bekannten Sprengstofftechnikers *Turpin* betreffs der Verwendung von Giftgasen, die gleichfalls vor die Zeit von 1914 fallen, wird weiter unten noch hingewiesen werden.

Jedenfalls lehren die in diesem Abschnitte mitgeteilten Tatsachen, die sich noch nach vielen Richtungen erweitern ließen, daß Gaskampfmittel bereits vor dem Kriege vielfach bearbeitet worden sind.

3. *Gaskampf und Völkerrecht.*

Gegen diejenigen, die in Deutschland an der Ausbildung des Gaskampfes mitgewirkt haben — von einer Erfindung des Gaskampfes in Deutschland kann nach den vorstehenden Mitteilungen nicht mehr gesprochen werden —, wird vielfach der Vorwurf erhoben, daß sie durch ihre Mitarbeit sich einer Verletzung des Völkerrechts schuldig gemacht hätten.

Allgemein ist hierzu zu bemerken, daß die Aufgabe des Gelehrten völlig zu trennen ist von der Verwendung der durch seine wissenschaftliche Forschung erzielten Ergebnisse und von der Frage, ob diese Verwendung völkerrechtlichen Grundsätzen entspricht.

Es würde deshalb den Rahmen dieses Artikels weit überschreiten, wenn die völkerrechtliche Frage hier eingehend erörtert oder gar entschieden werden sollte. Aber folgende Tatsachen seien hervorgehoben. Auf der Haager Konferenz vom Jahre 1899 war beantragt, Geschosse zu verbieten, deren einziger Zweck ist, „erstickende oder giftige Gase zu verbreiten". England und Nordamerika widersprachen damals, erst auf der Konferenz von 1907 gab England nach, während die Vereinigten Staaten auf ihrem Widerspruche beharrten.

Übrigens ist die erwähnte Klausel offenbar mit Absicht so unbestimmt gefaßt, daß ernstliche Zweifel im gegebenen Falle auftreten, ob ein Kampfmittel darunter fällt oder nicht. Im Grunde genommen ist nämlich jede moderne Granate zugleich ein unter Umständen sehr wirksames Gasgeschoß; die Füllung der Granate (Pikrinsäure, Trinitrotoluol oder dergleichen) liefert bei der Detonation sehr erhebliche Mengen von Kohlenoxyd und auch Stickoxyd, zwei Gasen von starker Giftwirkung. Die Zahl der dadurch veranlaßten Todesfälle, besonders in geschlossenen Räumen, ist während des Krieges gewaltig groß gewesen. Da es nun nicht in der Absicht der Haager Konferenz lag, in Zukunft diese Gaswirkungen und damit die stärksten Sprengstoffe auszuschließen, so war eine sachgemäße juristische Formulierung des Verbotes von giftige Gase verbreitenden Geschossen von vornherein eine kaum lösbare Aufgabe.

Geschosse, die nach dem Muster der französischen Gewehrgranaten konstruiert und wegen ihrer Größe ungleich wirksamer gewesen sind, wurden ungefähr gleichzeitig von der deutschen Kriegführung in großem Umfange und mit unleugbarem Erfolge verwendet. Dieselben enthielten aber im Gegensatz zu der erwähnten französischen Gewehrgranate stets eine *sehr beträchtliche* Sprengladung und übten daher gleichzeitig eine starke Splitterwirkung aus, können also unmöglich als Geschosse bezeichnet werden, „deren einziger Zweck es ist, erstickende oder giftige Gase zu verbreiten". Erst im Frühjahr 1916 wurden von französischer Seite Geschosse verwendet, die eine so schwache Sprengladung besaßen, daß sie von unserer Truppe von Blindgängern nicht unterschieden werden konnten.

Die Haager Konferenz hat ferner die Anwendung von Giften und giftigen Waffen verboten. Aus dem ganzen Zusammenhang ist klar, daß es sich hier um Brunnenvergiftungen und derartiges handelt, nicht um das Ausräuchern des Feindes mit Stinktöpfen, Feuerwerksätzen und dergleichen, wie es früher üblich war und wie es in diesem Kriege in Gestalt der Chlorwolken in technisch stark vergrößertem und daher ungleich wirksamerem Maßstabe zuerst von deutscher

[1]) Vgl. hierüber den interessanten Artikel von *Clarence J. West* (Chemical Warfare Service) in der „Science" vom 2. Mai 1919.

Seite, später auch vom Gegner in Anwendung gebracht ist.

4. Ausbildung des deutschen Gaskampfes

Bei Beginn des Weltkrieges hatte Deutschland im Gegensatz zu Frankreich keinerlei Gaskampfmittel ausgebildet; die Gefahr lag nahe, daß Frankreich den gewonnenen Vorsprung ausnützen werde; ein am 28. September 1914 in der italienischen Zeitung „La Tribuna" erschienener Aufsatz, wonach *Turpin* Gasbomben von unerhört weitgehender, tödlicher Wirkung erfunden haben solle, dürfte die leitenden militärischen Stellen in dieser Auffassung bestärkt haben. Hervorzuheben ist übrigens, daß weder die „Tribuna" noch eine englische oder französische Zeitung vor der Benutzung der Turpinschen Erfindung, die vermutlich auf der Verwendung des höchst giftigen Stickoxydes beruhte, gewarnt hat. Jedenfalls war die deutsche Oberste Heeresleitung und das deutsche Kriegsministerium auf Grund der erwähnten drohenden Anzeichen verpflichtet, den Gaskampfmitteln ihre volle Aufmerksamkeit zuzuwenden, und als in diesem Sinne eine Aufforderung an deutsche Chemiker erging, waren diese natürlich nicht minder gehalten, in dem angeregten Sinne zu arbeiten; hätten sie unter Berufung auf ein vermeintliches Verbot des Völkerrechts abgelehnt, so hätten sie sich mit Recht dem Vorwurf ausgesetzt, aus Gründen, die sie nichts angehen und die sie nicht beurteilen können, sich ihrer patriotischen Pflicht entzogen zu haben. Hinzu kommt, daß nach den Bestimmungen der Haager Konvention die Beschränkungen immer unter der Voraussetzung der Gegenseitigkeit in Wirksamkeit sind. Kam durch eine gewiß nicht deutschfreundliche Tageszeitung die unwidersprochene Nachricht, daß die Gegner unter Führung eines bekannten Fachmannes den Gaskampf in großem Stile vorbereiten, so mußte die deutsche Wissenschaft alles tun, um ihrerseits die Abwehr dieses Angriffes vorzubereiten. Sie konnte mit ihren Versuchen nicht warten, bis die Richtigkeit der Nachrichten durch Anwendung der Mittel bestätigt wurde; wer angesichts dieser Sachlage seine Kraft dem Vaterlande zur Verfügung stellte, kann niemals unmoralisch gehandelt haben, gleichgültig in welcher Form das Heer von den Ergebnissen seiner Forschung Gebrauch machte und welche Folgen daraus entstanden sind. Unsere Gegner zögerten hierauf nicht, auch ihrerseits nunmehr den Gaskampf in größtem Maßstabe zu organisieren.

5. Die Zukunft des Gaskrieges.

Wenn wirklich Deutschland auf dem Gebiete des Gaskampfes sich an der Menschlichkeit versündigt haben sollte, so müßte man doch erwarten, daß nunmehr alle zivilisierten Völker einstimmig in der Abschaffung der Gaskampfmittel sein müßten. Davon ist nun gar keine Rede. Es ist schon oben betont, daß Nordamerika in der Verwendung giftiger Gase nie sich eine Beschränkung hat auferlegen lassen. Aber zahlreiche Anzeichen deuten darauf hin, daß auch die anderen kriegführenden Mächte keineswegs gesonnen sind, in Zukunft die Gasgeschosse aus der Reihe ihrer Kampfmittel zu streichen. Sehr charakteristisch sind die Ausführungen des englischen Professors *A. Smithells*[1]) von der Universität Leeds, eines Forschers, der, wenn wir recht berichtet sind, an der Ausarbeitung des Gaskampfes sich eingehend beteiligt hat; *Smithells* äußert sich nämlich dahin, daß, wenn es wieder Kriege geben würde, höchstwahrscheinlich auch der Gaskampf wieder eine Rolle spielen würde. „Man habe die Verwendung von Giftgasen als Kampfmittel grausam und unnatürlich genannt, unzweifelhaft sei dies auch im Anfang so gewesen. Aber man müsse bedenken, daß man jede neue Methode der Kriegführung, auch die Einführung des Schießpulvers, als grausam bezeichnet habe. Nachdem man aber einmal mit diesem Kriegsmittel bekannt geworden sei, habe es seine Schrecken verloren." Er erklärt es ferner für unmöglich, daß England jemals in Zukunft auf die Verwendung von Giftgasen werde verzichten können.

Mit anderen Worten, die technische Entwicklung der Kriegskunst ist genau den Weg gegangen, den Admiral *Mahan* (vergl. oben S. 793) mit prophetischem Blicke vorausgesagt hatte. Nicht eine einzelne Nation oder gar eine einzelne Persönlichkeit, sondern die lange Dauer des Weltkrieges und der Umstand, daß der Stellungskrieg zu früher ungeahnter Vollendung ausgebildet wurde, trägt die Schuld an dieser Entwicklung. Dem Philantropen bleibt nur die Hoffnung übrig, daß, nachdem die so zahlreichen Schrecken eines großen modernen Krieges durch die Ausbildung der Gaswaffen um einen neuen vermehrt sind und nachdem andererseits durch die in Zukunft notwendige Beschaffung der Gasschutzmittel die Vorbereitungen für einen neuen Kampf eine weitere Erschwerung erfahren haben, die Menschheit es sich in Zukunft um so mehr überlegen wird, die furchtbaren Folgen eines neuen Riesenkampfes auf sich zu nehmen.

A. Berliner, Berlin.

[1]) Vgl. Zeitschr. f. angewandte Chemie Nr. 41 vom 23. Mai 1919, S. 331.

Besprechungen.

Uibe, Martin, Über die Helligkeitsverteilung des diffusen Sonnenlichts am klaren Himmel. Abhandl. der math.-phys. Klasse der Sächsischen Gesellschaft der Wiss. *35*, VI, 319—367. Leipzig, B. G. Teubner, 1918. Preis M. 2,40.

Die Helligkeitsverteilung des diffusen Sonnenlichtes am klaren Himmel verdient wegen ihrer engen Beziehung zu den atmosphärischen Polarisationserscheinungen, wegen ihrer Bedeutung für gewisse aktuelle Aufgaben der Astronomie usw. ein besonderes Interesse. Es ist daher sehr zu begrüßen, daß Herr *Martin Uibe*, Mitglied der Teneriffaexpedition unter Leitung *Dembers*, sie einer erneuten Untersuchung unterzogen hat, deren Wert besonders darin besteht, daß sie unter den hervorragend günstigen klimatischen und geographischen Verhältnissen von Teneriffa ausgeführt wurde. Beobachtet wurde im Sommer 1914, abgesehen von einigen Vorbereitungsmessungen auf der Alta Vista, auf der äußersten Spitze des Pico de Teide (3700 m), und im Sommer 1916 in dem Städtchen Güimar (300 m). Die maximale Sonnenhöhe beträgt für Teneriffa 85 °, es konnten also die Erscheinungen für praktisch alle Sonnenhöhen untersucht werden. Die Messungen wurden im unzerlegten Licht mittels eines O. Wienerschen Photometers zur Bestimmung der Himmelshelligkeit ausgeführt, in dem die ursprünglich vorgesehenen Meßkeile durch ein Flüssigkeitsgefäß mit meßbar veränderlicher Dicke der vom Licht durchlaufenen Flüssigkeitsschicht ersetzt waren. Die ursprüngliche Form des Instrumentes ist in der Zeitschrift für Instrumentenkunde 22, 55, 1912 von *Herxheimer* beschrieben. Die benutzte Flüssigkeit war eine neutralgraue Lösung von

Anilinfarbstoffen nach Angabe von *E. Goldberg* in der Zeitschrift für wissensch. Photographie *10*, 238, 1912. Die Anwendung solcher Flüssigkeitsschichten hat vor Glaskeilen und Neutralgläsern den Vorteil vollkommenerer Farblosigkeit, und die Vorrichtung ermöglichte ferner ein schnelleres Arbeiten als mit den Glaskeilen, was mit Rücksicht auf die Bewegung der Sonne von Wert war.

Die Eichung der Flüssigkeitsschichten erfolgte merkwürdigerweise auf lichtelektrischem Wege, trotzdem die Messungen am Himmel mit dem Auge ausgeführt wurden. Überdies wurde in einer der beiden Eichungsreihen (1914 und 1916) statt des blauen Himmels eine A. E. G.-Nitralampe als Lichtquelle benutzt. Die beiden Reihen sind aber nicht miteinander vergleichbar, da die Flüssigkeit nicht die gleiche war. Hieraus müssen sich erhebliche Bedenken gegen die Skala der gemessenen Helligkeiten ergeben. Über die Genauigkeit der Messungen der Himmelshelligkeit, soweit sie von den zufälligen Beobachtungsfehlern abhängt, fehlt eine präzise Angabe; man kann sich aber leicht eine Vorstellung von derselben verschaffen, da eine Anzahl von Doppelbestimmungen derselben Helligkeiten mitgeteilt ist. Aus diesen ergibt sich der mittlere Fehler einer Helligkeitsbestimmung zu $\pm 3{,}7$ %.

Die Beobachtungsergebnisse sind leider nicht numerisch und in extenso gegeben, sondern nur graphisch und für zwei ausgewählte Tage, einen für die Pikmessungen von 1914 und einen für die Güímarmessungen von 1916. Eine Vergleichung der Ergebnisse verschiedener Tage wäre von Interesse gewesen. In den graphischen Darstellungen der Einzelreihen ist das Argument die Azimutdifferenz α gegen das Sonnenazimut bei innerhalb jeder Reihe konstant gehaltener Zenitdistanz ζ; oder umgekehrt die Zenitdistanz ζ bei konstant gehaltenem Azimut. Die Sonnenhöhen waren für die verschiedenen Reihen auf dem Pik 0 °, 17 °, 35 ° und 67,5 °, für die Reihen in Güímar 3,5 °, 20 °, 35 °, 56,5 °, 74,5 °, 84 ° a. m. und 71,5 °, 54,5 °, 35,3 °, 23 °, 2,5 ° p. m. An zwei Tagen im Sommer 1916 wurde zu Güímar der Verlauf der Helligkeit im Sonnenvertikal für verschiedene Sonnenhöhen bestimmt.

Aus den Messungsergebnissen wurde graphisch der Verlauf der Kurven gleicher Helligkeit für den ganzen Himmel ermittelt, deren Darstellung für die Pikmessungen vom 3. September 1914 und für die Sonnenhöhen 0 °, 17 °, 35 °, 67,5 °, ebenso für die Güímarmessungen vom 22. Juni 1916 und für die Sonnenhöhen 3,5 °, 35 °, 74,5 °, 84 ° gegeben ist. Die Sonnenhöhe wurde innerhalb einer Reihe als konstant betrachtet. Dies war erlaubt, da die Vergleichung der Helligkeit von 50 verschiedenen Stellen des Himmels mit der Helligkeit im Zenit, woraus je eine Reihe bestand, nicht mehr als 12—16 Minuten beanspruchte. Die Azimutänderung der Sonne wurde, wo nötig, berücksichtigt.

Über das Aussehen des Himmels wird gesagt, daß auf dem Pik der Himmel im Zenit tiefdunkel erschien und nur in den größten Zenitdistanzen weißlich, daß er dagegen in Güímar dem Himmel eines schönen klaren Sommertages in Mitteldeutschland glich. Zwischen den Beobachtungsergebnissen auf den beiden Stationen bestehen Unterschiede, welche von der größeren Freiheit der Luft von gröberen Teilchen auf dem Pik herrühren. Aber auch der Pikhimmel war noch kein reiner Rayleighscher Himmel, wie er bei ausschließlicher Anwesenheit von Teilchen sein würde, die im Vergleich zu den Wellenlängen des Lichtes klein sind. Die Unterschiede zeigen sich sowohl in dem Verhältnis der Helligkeitsextreme wie in der Art der Helligkeitsverteilung.

Die Beobachtungsergebnisse sind im wesentlichen folgende. Die von den älteren Beobachtern (*Brennand, Chr. Wiener, Weber, Schramm, O. Wiener, Herzheimer*) gefundene Helligkeitsverteilung wird im großen ganzen bestätigt. *Brennands* Konstanz der Helligkeit längs des um 90 ° vom Sonnenvertikal abstehenden Vertikals ist nicht vorhanden, wenngleich auf demselben die Helligkeitsänderung bei klarer Luft geringer ist als auf jedem anderen Vertikal. Das Minimum der Helligkeit am Himmel (im Sonnenvertikal) liegt zwischen 80 ° und 90 ° von der Sonne entfernt, wenn letztere im Horizont, dagegen nur 56 °, wenn sie nahe dem Zenit steht. Das Verhältnis der extremen Helligkeiten ist bei den verschiedenen Beobachtern außerordentlich verschieden, z. B. bei *Weber* in Kiel 6,6 : 1, bei *Uibe* auf dem Pik 830 : 1, in Güímar 50 : 1. Je weniger rein der Himmel, desto mehr werden die Unterschiede ausgeglichen. Die relativen Helligkeiten sind aber auch am gleichen Beobachtungsort von Tag zu Tag sehr verschieden — selbstverständlich werden nur Beobachtungen bei anscheinend klarem Himmel vorausgesetzt. Steht die Sonne nahe dem Zenit, so sind die Kurven gleicher Helligkeit am Himmel nahezu Horizontalkreise; längs der Vertikalkreise ist die größte Helligkeit in der Nähe der Sonne, die kleinste etwa 60 ° von der Sonne entfernt. Gegen den Horizont hin wächst die Helligkeit wieder an. Bei Sonnenhöhen zwischen 0 ° und 90 ° sind die Kurven gleicher Helligkeit komplizierter, aber stets, abgesehen von lokalen Störungen durch Dunst, symmetrisch zum Sonnenvertikal. Je reiner der Himmel, desto größer die Extreme, desto steiler der Anstieg der Helligkeit in unmittelbarer Sonnennähe und desto näher der Beginn des steilen Anstieges an der Sonne.

Die Vergleichung der Beobachtungsergebnisse mit der theoretischen Helligkeitsverteilung nach *Chr. Wiener* (Nova Acta, Abh. der Kaiserl. Leop. Carol. Deutschen Akad. der Naturf. *73*, 1900 und *91*, 1909) ergibt im großen ganzen eine gute qualitative Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Theorie. Eine quantitative Übereinstimmung kann nicht erwartet werden, da *Wieners* Theorie numerisch den atmosphärischen Verhältnissen Mitteleuropas angepaßt ist. Am schlechtesten, auch qualitativ, ist die Übereinstimmung für sehr kleine Sonnenhöhen, dagegen recht gut für die Sonnenhöhen 35 ° und 84 °. Die Unterschiede werden im wesentlichen durch die stärkere Dunstschicht der mitteleuropäischen Atmosphäre verursacht. Jedenfalls erkennt man, daß die Chr. Wienersche Theorie die beobachteten normalen Erscheinungen im wesentlichen zu erklären vermag.

P. Guthnick, Berlin-Neubabelsberg.

Stettbacher, H., Die Schieß- und Sprengstoffe. Leipzig. Joh. Ambr. Barth., 1919. IX, 326 S. und 141 Abb. Preis geh. M. 32,—, geb. M. 35,—.

Nachdem 5 Jahre lang während des unheilvollen Krieges die Explosivstoffe bestimmend auf die Geschicke der Menschheit eingewirkt haben, steht noch jetzt dieses Gebiet im Mittelpunkt allgemeinen Interesses. Das neue Werk von *Stettbacher* gibt ein klares Bild über das Wesen der Schieß- und Sprengstoffe und ihre technische Darstellung, Wirkung und Verwendung.

Nach einem einleitenden geschichtlichen Überblick über die wichtigsten Entdeckungen auf diesem Gebiet, in dem die geniale Erfindertätigkeit *Alfred Nobels* und ihr Einfluß auf den Fortschritt der Technik gebüh-

rende Würdigung findet, wird das Wesen und die Wirkung der Explosivstoffe behandelt. Ein Sprengstoff ist eine brennbare Masse, die den zu ihrer Verbrennung notwendigen Sauerstoff in sich gebunden enthält und sich lediglich in der Verbrennungsgeschwindigkeit von den Brennstoffen unterscheidet. Je schneller die oxydative Umsetzung ist, je mächtiger ist die zermalmende Wirkung. In der Geschwindigkeit der Umsetzung liegt der Unterschied zwischen Treibmitteln und Sprengstoffen. Bei Pulverarten beträgt die Umsetzungsgeschwindigkeit 100 bis 300 m pro Sekunde, während die der Sprengstoffe zwischen 2000 und 7500 m schwankt. Die Wirkung der Explosivstoffe gründet sich auf chemische Umsetzungsenergie. Verglichen mit Brennstoffen ist sie gering; so entspricht z. B. die Explosionsenergie einer Bombe mit 300 kg Sprengladung der, die bei der Verbrennung von 20 kg Benzol hervorgebracht wird. Die Umsetzungsmöglichkeit und -geschwindigkeit ist im chemischen Bau des Moleküls des Explosivstoffes begründet.

Das Charakteristikum eines Explosivstoffes ist, daß im Moment der Explosion in äußerst kurzer Zeit sich Gase bei hoher Temperatur bilden. Treibmittel sind Explosivstoffe geregelter und zu beeinflussender Verbrennungsgeschwindigkeit, brisante Sprengstoffe solche mit hoher Detonationsgeschwindigkeit. Die Art der Umsetzung wird wesentlich durch die Zündung beeinflußt. Die Schnelligkeit, mit der die explosive Zersetzung fortschreitet, gehört zu den wichtigsten Merkmalen eines Explosivstoffes und wird experimentell mit dem Funkenphonographen oder mittels detonierender Zündschnur gemessen. Sie ist abhängig von der Dichte des Sprengstoffs, der Festigkeit des Einschusses und dem Durchmesser der Sprengstoffsäule. Die Explosivwärme kann sowohl rechnerisch wie praktisch im Explosionskalorimeter ermittelt werden. Aus ihr läßt sich bei Kenntnis der Gaszusammensetzung die Explosionstemperatur berechnen. Das Gasvolumen wird durch Auffangen und Messen der in der Kalorimeterbombe entbundenen Gasmenge bestimmt, der Druck nach den Gasgesetzen berechnet.

Nach den theoretischen Betrachtungen wird die praktische Darstellung der einzelnen Explosivstoffe und ihrer Kompositionen, dem heutigen Stande der Technik und Wissenschaft entsprechend, behandelt. Die Fabrikation des Schwarzpulvers, der Schießbaumwolle, des Nitroglyzerins sowie der Dynamite und des rauchschwachen Pulvers wird eingehend beschrieben, wobei auf die Erzeugung der Rohstoffe und auf die Anforderungen an dieselben sowie auf die Prüfung der fertigen Explosivstoffe besonders Rücksicht genommen ist.

Das Kapitel „Pulver" enthält viel Interessantes und Wissenswertes, da auf die hoch kräftigen Treibmittel, Ferngeschützpulver, und auf die Ausnutzung und das Verhalten des Pulvers beim Schuß sowie auf verschiedene Geschoßarten näher eingegangen wird.

Die militärisch wichtigen Nitrokörper Dinitrobenzol, Trinitrotoluol und Pikrinsäure, die im Weltkriege so ungeheure Bedeutung gehabt und in gewaltigen Mengen hergestellt worden sind, als auch solche, die mehr wissenschaftliches Interesse besitzen, werden bezüglich ihrer Rohstoffe, Fabrikation, Reinigung, Eigenschaften, militärischen Anforderungen und Verwendung eingehend besprochen; desgleichen die Zündmittel Knallquecksilber, Azid und sonstige Initialsprengstoffe, die in geeigneten Mischungen als Sätze für Zündhütchen, Friktionszünder oder Sprengkapseln zur Auslösung der Energie der Explosivstoffe dienen.

Ist der Zweck der reinen Nitroverbindungen im wesentlichen die Zerstörung, so dienen dem Schaffen von Kulturwerten die Sicherheitssprengstoffe „Ammonsalpetersprengstoffe", besonders in geeigneter Zusammensetzung als „schlagwettersichere Sprengstoffe", über deren Zusammensetzung und Prüfung auf Brauchbarkeit in schlagwetterführenden Gruben durch Flammenbilder und in der Versuchsstrecke Aufschluß gegeben wird. Auch die Chlorat- und Perchloratsprengstoffe sowie das Sprengluftverfahren, das im Kriege infolge wesentlicher Verbesserungen große Bedeutung gewonnen hat, werden eingehend beschrieben.

Die allgemeine praktische Prüfung der Sprengstoffe, Transportvorschriften, ihre Verwendung in Artillerie- und Sprenggeschossen, als Minen, Sprengbomben, Handgranaten, Fliegerbomben und Torpedos sowie in nutzbringender ziviler Sprengarbeit bildet den interessanten Schluß des Werkes, das nicht nur in der Fachwelt, sondern auch in allgemein gebildeten Kreisen Eingang zu finden verdient.

O. Poppenberg, Berlin-Charlottenburg.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Die Entstehung von Gewebsschäden nach Nervenverletzung. Normalerweise befindet sich die ringförmig gebaute Muskulatur der Blut- und Schlagadern (Arterien) in einem Zustand mittlerer Kontraktion. Dieses Gleichgewicht beruht auf der Wechselwirkung anatomisch und physiologisch differenter nervöser Elemente, deren Zentrum im verlängerten Mark liegt, der gefäßverengernden Nerven (Vasomotoren) und der gefäßerweiternden (Vasodilatatoren). Die ersteren passieren das sogenannte sympathische Nervensystem und treten durch die vorderen Wurzeln aus dem Rückenmark aus, ihre Reizung verursacht Verengerung, die Lähmung entsprechend Erweiterung des Gefäßrohrs. Die letzteren dagegen bilden einen Bestandteil der hinteren Wurzeln. Beide zusammen gehen nach dem Verlassen des Rückenmarks in die peripheren gemischten — Empfindung und Bewegung vermittelnden — Nerven über. Beim Ausfall der Nervenleitung infolge Nervenverletzung oder nervöser Systemerkrankung oder unter experimentell erzeugten Bedingungen tritt in dem von den entsprechenden Nerven versorgten Gebiet bei längerem Einwirken äußerer Schädlichkeiten ein pathologischer Gewebszerfall ein — am häufigsten in der Form des lokalen Brandes oder auch von Druckgeschwüren. Versuche mit chemischer Reizung der Vasodilatatoren am gefühllosen Glied durch Betupfen der Haut mit Senföl haben nun ergeben, daß die lokale Gefäßerweiterung bei frischer Nervenverletzung regelrecht weiter besteht, bei der älteren aber erloschen ist. Die Gefäßreaktion auf Senföl ist auch nach Ausschaltung des Großhirns und des Rückenmarks nicht aufgehoben; sie bleibt nur aus, wenn die hinteren Wurzeln oder die peripheren Nervenstämme längere Zeit durchtrennt waren. Der gefäßverengernde Kältereiz ist hingegen stets auch überall dort noch wirksam, wo der chemische erweiternde Reiz nicht mehr anspricht. Die Reaktionsfähigkeit der Gefäße auf die zusammenziehende Nebennierensubstanz (Adrenalin) bleibt dabei dauernd erhalten, auch wenn bei örtlicher Betäubung der Haut mit Novocain die chemischen und thermischen Reize unwirksam werden. Belanglos für die Reaktion der Gefäße ist die Aufhebung der Schmerzleitung und die Unterbrechung der Reflexe. Das erst allmählich einsetzende Ausbleiben der Gefäßerweiterung

bei der Nervenverletzung muß auf sekundärer Entartung der entsprechenden Nervenbahnen beruhen (*Breslauer*, Die Pathogenese der trophischen Gewebsschäden nach der Nervenverletzung, Deutsche Ztschr. f. Chirurgie 1919, Bd. *150*, Heft 1 u. 2). Aus den vorstehenden Versuchsergebnissen wird der hypothetische Schluß gezogen, daß der Gefäßverengerungsapparat erhalten bleibt und seine typische Reaktionsfähigkeit bewahrt, während die Vasodilatatoren, die in einem in die hinteren Wurzeln eingeschalteten nervösen Zentrum (dem Spinalganglion) eine Basis von wesentlicher Bedeutung besitzen, der allmählichen Entartung anheimfallen, wenn sie von dieser Basis getrennt werden. Durch den Ausfall der aktiven Gefäßerweiterung — des wichtigsten reparativen Vorgangs — verliert aber das Gewebe sein Schutzmittel gegenüber den alltäglichen Verletzungen. Hierauf beruht die Disposition zum Auftreten von Gewebszerfall und Infektion bei Nervenschädigung.

Die operative Behandlung der Gelenkversteifungen. Nach Verletzungen oder entzündlichen Erkrankungen von Gelenken und nach Knochenbrüchen ist eine längerdauernde Ruhigstellung des Glieds erforderlich, die sehr häufig zu bindegewebiger oder knöcherner Verwachsung der Gelenkflächen führt. Die neueren Methoden — Lagerung des Glieds in Beugestellung mit Gewichtszügen (Semiflexion), funktionelle Behandlung, Bewegungsapparate — haben zur Verhütung dieser Versteifungen sehr viel geleistet, sind aber nicht überall anwendbar. *Payr* unterscheidet drei Typen der Gelenksteife nach langdauernder Fixation: bindegewebige Entartung und Abmagerung der Muskulatur (Inaktivitätsatrophie); Einengung und Verödung der Gelenkbuchten; durch Schrumpfung, schwielige Verdickung, Elastizitätsverlust aller Weichteile um das Gelenk hervorgerufene Einbuße an passiver Dehnbarkeit. Im Leichenversuch während der Totenstarre angestellte Studien ergaben eine gradweise abgestufte Beteiligung der einzelnen Muskeln und Bänder an der Beugehemmung des Kniegelenks. Die Größe und Gestalt der abnorm verengerten Gelenkbuchten läßt sich ferner vor der Operation durch Sauerstoffüllung des Gelenks mit nachfolgender Röntgenphotographie feststellen. Nach dieser Differenzierung richtet sich das operative Vorgehen. Bei leichteren Versteifungen genügt das Ausschneiden der Schwielen und Narben. Schwere Fälle erfordern scharfes Auspräparieren der Muskeln des Streckapparates auf weite Strecken, Durchtrennung und Lösung spannender Faserzüge, plastische Verlängerung der Strecksehne mit Überpflanzung gesunden Nachbarmuskels, Unterfütterung der verwachsenen Kniescheibe (nach Lösung der Verwachsungen) mit Fettlappen.

Die Resultate früher angewendeter Verfahren zur Operation rein knöcherner Versteifungen waren nicht befriedigend. Man versuchte den narbigen Ersatz des aus den angefrischten Knochen einsickernden Blutes durch Polieren oder Abfeilen der Oberfläche dadurch zu verhindern, daß Feilspäne in die blutenden Knochenlücken eingepreßt werden, und daß dabei eine erhebliche Erhitzung auftritt. *Lexer* erhält nun operativ mobilisierte Gelenke durch Gewebszwischenlagerung beweglich. Er pflanzt zwischen die neuen Gelenkkörper einen Fettlappen, der im Lauf der Zeit einen Ab- und Umbau erfährt: an den bei Belastung und Bewegung am meisten beanspruchten Abschnitten wandelt sich das Fett in glattes, derbes Bindegewebe von knorpeliger Härte um, das in der Tiefe in gewöhnliches Knorpel- und Knochengewebe übergeht; an weniger belasteten Teilen entwickelt sich dagegen ein dicker, elastischer Überzug mit eingelagertem neugebildeten Fettgewebe — der Form nach eine natürliche Nachahmung der normalen Zwischenknorpelscheiben. Es entsteht so ein neuer Gelenkspalt, dessen Teile genau ineinander greifen (Centralblatt für Chirurgie 1917, Nr. 1 und 36). Tierversuche *Payrs* (Deutsche med. Wochenschrift 1918, 31) ergaben, übereinstimmend mit Operationserfahrungen bei Verletzungen, eine so weitgehende Regenerationskraft der die Gelenke umgebenden Weichteile, daß das Gelenk selbst bei völliger Entfernung der Gelenkkapsel bei zweckentsprechender Behandlung nach kurzer Zeit von einem normal funktionierenden Kapselschlauch zusammengehalten wird.

O. Wassertrüdinger.

Daß in Ausführung der feindlichen Friedensbedingungen unschätzbare Kulturwerte jetzt noch vernichtet werden sollen, wird in einem Aufsatz über **Helgolands Hafen im Dienste der Fischereibiologie** von Dr. *Hagmeier* (Helgoland) in Nr. 8, Jahrg. XI, des „Fischerboten" (Hamburg, Verlag L. Friederichsen & Co.) ausgeführt. Leicht könnte man jede Nutzung des Helgoländer Hafens für militärische Zwecke verhindern, ohne dieses Meisterwerk deutscher Ingenieurkunst in kurzsichtigem Affekt zu zerstören. Unschätzbar wäre der mitten in offener See gelegene Hafen mit dem reinen, stark salzhaltigen Nordseewasser für wissenschaftliche Untersuchungen über das Tierleben der Hochsee. Noch ist es nicht gelungen, Freilandversuche mit Meerestieren auszuführen, während man im Süßwasser damit große Erfolge erzielte. Auch durch fischereibiologische Forschung können die großen Probleme der Meeresbiologie gefördert werden. Die künstliche Aufzucht von Seefischen, Untersuchungen über deren Wachstum, außerdem künstliche Austern- und Hummerzucht wären die Aufgaben, deren Ausführung die Biologische Anstalt in Angriff nehmen müßte. Die deutsche Austernwirtschaft beschränkt sich immer noch auf das Abfischen der Naturbänke. Durch künstliche Zucht von Saataustern im Helgoländer Hafen könnten die Naturbänke verstärkt und neue Bänke angelegt werden. Zuchtteiche oder Becken an der Küste sind weniger geeignet wegen der Frostgefahr im Winter. Helgoland ist der einzige Platz an der deutschen Küste, wo der Hummer vorkommt. Frühere Versuche der Biologischen Anstalt, eine künstliche Hummerzucht einzuführen, mußten daran scheitern, daß die Reede der Insel nicht genügend Schutz bot zur Errichtung einer Brutanstalt. Der Helgoländer Hafen wäre ein geeigneter Ort für künstliche Hummerzucht.

Durch die barbarische Zerstörung dieses Kulturwerkes beraubt man uns einer ganz einzigartigen Gelegenheit zu großzügigen biologischen Forschungen.

Autoreferat.

Wetterfilme. Über die Möglichkeit, Wettervorgänge oder die Veränderungen der Wetterkarte usw. durch den Film darzustellen, wird gegenwärtig außerordentlich viel geschrieben, und das liegt ja nahe, aber vom Schreiben und vom Vorschlage bis zur Ausführung ist ein weiter, mühsamer Weg — weiter und mühsamer, als die meisten Schreiber ahnen. Am leichtesten ist die Aufnahme von Naturvorgängen, wie Zug und Gestaltänderung der Wolken, Gewitter usw. Schwieriger ist schon ein Film, den ich gegenwärtig mit der Imperator-Film-Co. bearbeite, die Entstehung der Wetterkarte; es findet da eine Verbindung von Naturaufnahmen mit Zeichnungen statt. Dieser Film soll allgemeinen Lehrzwecken dienen, ohne Beschränkung auf

einen bestimmten Bildungskreis, so daß er ebensowohl einem beliebigen Zuschauerkreis, wie in allen Arten von Schulen vorgeführt werden kann. Die schwierigste Aufgabe aber haben wir zuerst in Angriff genommen, nämlich die Darstellung der Änderung der Wetterlage. In allen Aufsätzen über Wetterfilme wird diese Aufgabe genannt, und zwar mit Worten, aus denen man schließen muß, daß sie für ganz leicht gehalten werde. Es heißt stets, daß man nur eine Reihe Wetterkarten zu zeichnen und aufzunehmen brauche, um einen Film zu erhalten. Würde dieser Versuch einmal unternommen, so würde man bei der Vorführung des Films ein sehr unangenehmes Zucken des Bildes wahrnehmen, denn wenn man die Zwischenzeiten zwischen den einzelnen gezeichneten Karten nicht sehr klein wählt, sind die Änderungen der Wetterlage viel zu groß, als daß der notwendige *stetige* Übergang von einem Bild zum anderen erreicht wird. Deshalb haben wir ein anderes Verfahren erdacht, wonach die Isobaren durch bewegliche Linien dargestellt werden. Als Unterlage dient die bis dahin einzigartige Reihe von 30 Karten, die ich meiner Arbeit über das Hochwasser im Juli 1897[1]) zugrunde gelegt habe, und die die Wetterlage von 6 zu 6 Stunden zeigt. Diese Karten beruhen auf den Aufzeichnungen von mehr als 50 Barographen und enthalten die Isobaren von Millimeter zu Millimeter. Meist nicht sehr schwierig war dann das Entwerfen von Zwischenkarten für je 3 Stunden, und wo dann für den Filmbearbeiter noch Zweifel sein konnten, zeichnete ich noch weitere Zwischenkarten. Die Aufnahme aller Karten einschließlich der Isobarenverschiebung erfordert etwa 1½ Monate Arbeit — eine Zeit, die sich wohl keiner von denen vorgestellt hat, der über solche Filme nur schrieb. Bisher war es dem Vorstellungsvermögen des Meteorologen überlassen, sich den Übergang einer Wetterlage in die andere auf Grund seiner Fachkenntnisse auszumalen; jetzt wird das auch dem Nichtfachmann möglich sein. Ein Probestück erwies das Verfahren als vortrefflich und bot mir als Fachmann ein reizvolles Schauspiel; war es doch das erste Mal, daß man die Hoch- und Tiefdruckgebiete nicht nur wandern, sondern sich dabei auch verändern und selbst trennen und vereinigen sah.

C. Kaßner.

Zur Erklärung der Bewegung der Rotationspole der Erde (*W. Schweydar*, Sitzungsberichte der preußischen Akademie der Wissenschaften 1919, *XX*, 10 S.). Die Bewegung des Poles der Erde setzt sich im wesentlichen aus zwei Schwankungen zusammen von 433 und 365 Tagen. Die erste, die sogenannte Chandlersche Periode, pflegt man als die Periode der kräftefreien Nutation aufzufassen, die durch die Differenz der Hauptträgheitsmomente der Erde und die Elastizität derselben bestimmt ist. Sie sollte eine kreisförmige Wanderung des Poles erzeugen. Bezüglich der zweiten hat *Newcomb* schon vermutet, daß sie durch den Massentransport auf der Erde bedingt ist, der mit den meteorologischen Vorgängen, speziell mit der Änderung der Luftdruckverteilung verbunden ist. Auch *Spitaler* hat dieses Problem behandelt.

Die Veränderlichkeit der Amplitude und Phase der Chandlerschen Bewegung, die übrigens auch schon *Newcomb* für möglich gehalten hat, erklärt sich nun dadurch, daß die Luftdruckverteilung in ihrer außerordentlichen Kompliziertheit weit davon entfernt ist, sich als eine rein periodische Erscheinung darstellen zu lassen. Jede neue Periode beginnt daher mit anderen Anfangsbedingungen.

Jede Veränderung in der Luftdruckverteilung wirkt wie ein neuer Stoß an den Erdkörper und erzeugt eine Schwingung von der Chandlerschen Periode, deren Amplitude und Phase von der Größe des Antriebes und dem Zeitpunkte seines Eintrittes abhängig ist. (Vgl. *Wanach:* Die Polhöhenschwankungen: *Naturwissenschaften*, 7. Jahrg., S. 476.)

Schweydar zeigt nun rechnungsmäßig, wie so die ganze beobachtete Polbewegung zustande kommen kann, wobei außer der Verschiebung der Luftmassen auch die durch das Gewicht derselben hervorgerufene elastische Deformation der Erde eine wesentliche Rolle spielt.

Die Untersuchung wird geführt unter Zugrundelegung von Monatsmitteln der gesamten Luftdruckverteilung auf der Erde, die von *W. Gorczynski* durch Isobarenkarten zur Darstellung gebracht wurden. Dabei mußte ein Unterschied zwischen Land und Meer gemacht werden. Auf dem festen Lande spielt die Deformation der Erde eine bedeutende Rolle, während auf dem Meere die Luftdruckunterschiede durch entsprechende Niveaudifferenzen des Wassers ausgeglichen werden. Es bleibt hier nur eine innerhalb des Jahres veränderliche, aber für die ganze Meeresfläche konstante Größe übrig. Es wird nun zunächst gezeigt, daß die jährliche Wanderung des Trägheitspoles dem Charakter und der Größe nach ganz mit dem übereinstimmt, was sich aus den Beobachtungen des internationalen Breitendienstes ergibt: eine Schleife in Form eines unregelmäßig deformierten Achters mit einer westlichen Elongation von 0,053″ im Januar und einer östlichen von 0,038″ im Juli.

Es wird nun weiter durch numerische Integration der Weg des Rotationspoles durch sieben Jahre abgeleitet und wieder eine Kurve erhalten, welche mit der des internationalen Polhöhendienstes große Ähnlichkeit hat, beiläufig gleiche Dimensionen aufweist und nach etwa sechs Jahren so ziemlich zum Ausgangspunkte zurückkehrt. Die Verschiebung der Luftmassen erklärt somit im wesentlichen die komplizierte Form und die Dimensionen der gesamten Bewegung des Rotationspoles der Erde.

A. Prey.

[1]) Über die wahre Wetterlage bei dem Hochwasser in Schlesien und Österreich Ende Juli 1897. Zeitschrift für Bauwesen *51*, 453—466, 1901.

Astronomische Mitteilungen.

Die magnetische Polarität der Sonnenflecken. Die Wirbelstruktur der Sonnenflecken, genauer der Atmosphärenschicht über den Flecken, die den mit dem Spalt des Spektroheliographen eingestellten Teil der Wasserstofflinie H_α erzeugt, war im Jahre 1908 von *Hale* durch spektroheliographische Aufnahmen dargetan worden. Die Vermutung lag nahe, daß in den Sonnenflecken Magnetfelder bestehen, was ja der Fall sein muß, wenn die an den in Sonnenflecken herrschenden Strömungen beteiligte Materie Träger elektrischer Ladungen ist. Diese Vermutung wurde noch in demselben Jahre durch den Nachweis eines deutlichen Zeemaneffektes an den Spektrallinien in Fleckengebieten bestätigt (Mt. Wilson Contr. Nr. 26 und 30, Astrophys. Journ. Bd. *28*, 100, 315). Eine neue Veröffentlichung in Nr. 165 der Mt. Wilson Contr. und in Nr. 3 des 49. Bandes des Astrophys. Journ. von *Hale* und seinen Mitarbeitern befaßt sich mit den Gesetzmäßigkeiten, die bisher an diesen Magnetfeldern festgestellt worden sind. Es ist nicht möglich, in engem Rahmen die Beobachtungsmethoden allgemein-

verständlich darzulegen; angedeutet sei nur, daß der in Fleckengebieten auftretende Zeemaneffekt an einer geeigneten Spektrallinie (Eisen, λ 6173,533) mittels einer ¼- bzw. ⅛-Wellenlängen-Platte und Nicol analysiert wurde, und daß aus Abstand und relativer Intensität der Komponenten des Zeemantriplets bei verschiedenen Abständen der Fleckengruppe vom Sonnenrande, und indem der Spalt des Spektrographen nacheinander auf die verschiedenen Stellen der Gruppe gebracht wurde, auf die Stärke des Magnetfeldes, die Lage der Kraftlinien und den Sinn der Polarität (entsprechend dem magnetischen Nord- und Südpol der Erde) in jedem Punkte der Fleckengebiete geschlossen wurde. Die Beobachtungen wurden seit 1915 an jedem klaren Tage mit dem 75-füßigen Spektrographen des 150-füßigen „Tower"-Teleskops der Mt. Wilson-Sternwarte ausgeführt. Die Feldstärken sind in der Regel von der Größenordnung 10^3 Gauß. Ungefähr 60 % der Fleckengruppen sind bipolar, d. h. sie bestehen aus Gliedern entgegengesetzter Polarität, die nach ihrer heliographischen Länge deutlich voneinander gesondert sind. Bei einer aus zwei Flecken gleicher Größenordnung bestehenden Gruppe z. B. haben die beiden Glieder der Gruppe in der Regel entgegengesetzte Polarität. Bemerkt sei, daß die Längsachsen von Fleckengruppen durchschnittlich eine geringe Neigung gegen den Sonnenäquator haben. Weitere 39 % sind unipolar, jedoch meist mit Spuren von Bipolarität. Der Rest ist multipolar, d. h. beide Polaritäten sind regellos in dem Fleckengebiet durcheinander gewürfelt. Vor dem letzten Fleckenminimum war die Polarität der unipolaren Flecken und der im Sinne der Rotation voraufgehenden Glieder bipolarer Flecken positiv auf der nördlichen, negativ auf der südlichen Hemisphäre. Seit dem letzten Minimum sind die Vorzeichen umgekehrt. Das erörterte Beobachtungsmaterial endigt vor dem jüngsten Fleckenmaximum.

Spektroskopische Bahnen von Bedeckungsveränderlichen. Von dem interessanten Veränderlichen W Urae majoris (α 9^h 36.7^m, δ + 56° 25′, 1900) sind auf dem Mount Wilson einige Radialgeschwindigkeitsbestimmungen gelungen (*Adams* und *Joy*, Astrophys. Journ. 49, 189). Die Veränderlichkeit wurde 1903 durch *Müller* und *Kempf* in Potsdam entdeckt. Sie zeichnet sich durch ihre Art und die ungewöhnlich kurze Periode von nur 4 Stunden aus. Schon seit längerer Zeit wurde vermutet, daß der Stern ein Bedeckungsveränderlicher vom β Lyrae-Typus und die Umlaufsperiode die doppelte des Lichtwechsels sei, daß also zwei gleiche Bedeckungen in jedem Umlauf auftreten. Dies bestätigen nunmehr die spektroskopischen Beobachtungen. Der Fall ist besonders deshalb interessant, weil aus der Lichtkurve eine außerordentlich große Dichte der Komponenten sich ergibt, deren Spektrum nahe dem der Sonne gleicht (genauer F 8). Die Verbindung der spektroskopischen und photometrischen Elemente liefert nunmehr folgende Systemkonstanten: Umlaufszeit 0.3336^d, Bahnexzentrizität 0 ?, Bahngeschwindigkeit der Hauptkomponente 134 km/sek, der Nebenkomponente 188 km, Radien der Bahnen um den Schwerpunkt bzw. 620 000 km und 880 000 km, Neigung der Bahnebene gegen die Sphäre 77.6 °, große Äquatorialhalbachsen der beiden (gleichgroßen) ellipsoidischen Komponenten 548 000 km, kleine Äquatorialhalbachsen derselben 408 000 km, Polarhalbachsen 373 000 km, Massen 0,69 und 0,49 Sonnenmassen, Dichten 2,8 und 1,9 Sonnendichten. Bei gleicher Oberflächenhelligkeit mit der Sonne würde die größte absolute Helligkeit der beiden Komponenten zusammen etwa 0,84 der Sonnenhelligkeit sein. Den Spektrallinien nach zu urteilen scheint die dichtere Komponente etwas heller als die andere zu sein.

Für den Algolstern Z Herculis (α 17^h 53.6^m, δ + 15 ° 9′; 1900), dessen Veränderlichkeit ebenfalls von *Müller* und *Kempf* entdeckt wurde, ergaben die spektroskopischen und photometrischen Beobachtungen: Periode 3,9928 Tage, Bahnexzentrizität 0?, Bahngeschwindigkeiten der beiden Komponenten 88,2 km und 101,8 km, Radien der Bahnen 4,9 und 5,6 Mill. km, Bahnneigung 82 °, Radien der (kugelförmigen) Komponenten 1,2 und 2,3 Mill. km, Massen 1,6 und 1,2 Sonnenmassen, Dichten 0,3 und 0,04 Sonnendichten. Spektraltypus beider Komponenten F 2. Die kleinere, aber massigere und dichtere Komponente ist etwa doppelt so hell als die andere, ihre absolute Helligkeit, spektroskopisch bestimmt, rund 2½ Größenklassen über der Sonnenhelligkeit. Bemerkenswert ist der große Unterschied der Flächenhelligkeiten und der Dichten der beiden Komponenten bei nahe gleicher Masse und gleichem Spektrum (l. c. S. 192).

In der Aprilnummer des Astrophys. Journ. (Mt. Wilson Contr. Nr. 163) teilen *Adams* und *Joy* eine Liste von **37 Sternen mit großer Radialgeschwindigkeit (> 80 km) und bekannter Eigenbewegung und Parallaxe** mit, für die also die Bewegung im Raum abgeleitet werden kann. Einige der von den Autoren aus diesem Material gezogenen Schlüsse mögen hier folgen. Die zur Ebene der Milchstraße senkrechten Geschwindigkeitskomponenten sind im Durchschnitt 2½-mal kleiner als die in dieser Ebene gelegenen. Die Zielpunkte (Apices) der Bewegungen liegen sämtlich zwischen 131° und 322° galaktischer Länge, vermeiden also eine Hemisphäre fast vollständig. Die Geschwindigkeit des Zentroids dieser Sterne ist sehr hoch, nämlich 74,4 km, und gegen einen Punkt mit der galaktischen Länge 217° und der galaktischen Breite — 3° (α $7{,}8^h$, δ — 34 °) gerichtet. Die große Achse des Geschwindigkeitsellipsoids dieser Sterne ist in naher Übereinstimmung mit der aus den Radialgeschwindigkeiten von 260 Zwergsternen und aus den Eigenbewegungen von 559 Sternen großer Eigenbewegung abgeleiteten. Alle drei Bestimmungen ergeben für den Hauptvertex der Sterne großer Geschwindigkeit eine beträchtlich kleinere galaktische Länge (141°—148°), als er sich für die Gesamtheit der Sterne (170°)[1]) ergibt. Die Zielpunkte der Bewegungen der Sterne geringer absoluter Helligkeit liegen durchschnittlich der Ebene der Milchstraße näher als die der Sterne großer absoluter Helligkeit. Erstere haben ferner im Durchschnitt eine bedeutend größere Geschwindigkeit. Nach dem Spektrum geordnet sind durchschnittlich die schnellsten Sterne die vom Typus F (I.—II. Typus), dann folgen der Reihe nach A (I), G (II), K und M (II—III und III). Die größte beobachtete Geschwindigkeit ist 494 km/sek. *P. Guthnick.*

[1]) Dieser Punkt der Milchstraße und der um 180° abstehende stellen die Richtung der relativen Bewegung der beiden Hauptsternströme dar, die genau parallel der Ebene der Milchstraße sich vollzieht.

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9 — Druck von H. S. Hermann & Co. in Berlin SW 19.